

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри КСУ
_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ
_____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
освітньо-професійної програми
«Комп'ютеризовані системи управління та робототехніка»
на тему: «Автоматизація процесу виготовлення макаронних виробів»

Здобувача(ки) групи СУ-91

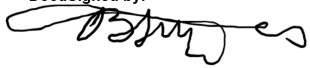
Монахов Максим Андрійович

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

(підпис)

Максим МОНАХОВ

Керівник: доцент кафедри КСУ, к.т.н., доцент Володимир ТОЛБАТОВ
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

DocuSigned by:

5D476F4057AB4FB...
(підпис)

Ном.поз	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ екз.	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1			Завдання кафедри	1		
			<u>Новорозроблена</u>			
2		ТЗ	Технічне завдання	2		
3			Реферат	1		
4	A4	СУ-91 6.151.00 ПЗ	Пояснювальна записка	50		
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
5	A4	СУ-91 6.151.00 А2	Автоматизація процесу виготовлення макаронних виробів. Функціональна схема автоматизації	1		
6	A4	СУ-91 6.151.00 ПЕ	Автоматизація процесу виготовлення макаронних виробів. Перелік елементів	1		
7	A4	СУ-91 6.151.00 Е3	Автоматизація процесу виготовлення макаронних виробів Схема принципово-електрична	13		
8	A4	СУ-91 6.151.00	Автоматизація процесу виготовлення макаронних виробів. Схема технологічна	1		

					СУ-91 6.151.00.ДП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.					Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.						1	2
Реценз.					СумДУ, СУ-91		
Н. Контр.							
Затверд.							
					Автоматизація процесу виготовлення макаронних виробів Перелік документації		

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту
Монахову Максиму Андрійовичу

1. Тема проєкту: автоматизація процесу виготовлення макаронних виробів. Затверджено наказом ректора університету. № 0236-VI від "14" березня 2023р.
2. Термін здавання студентом закінченого проєкту " 9 " червня 2023р.
3. Вихідні дані до проєкту: звіт з переддипломної практики, публікації, статті.
4. Зміст пояснювальної записки: аналіз предметної області, автоматизація процесу виготовлення макаронних виробів, вирішення функціональних задач керування, розробка електрично-принципової схеми, розробка інтерфейсу оператора.
5. Перелік графічних матеріалів: 43 рисунка, 20 таблиць, 1 додаток.
6. Календарний план проєктування

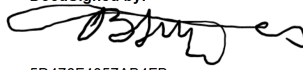
Номер етапу	Зміст етапу проєктування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	15.05.2023
2	Аналіз предметної області. Область застосування.	20.05.2023
3	Розробка автоматизованої системи виготовлення макаронних виробів	25.05.2023
4	Розробка основних схем автоматизації.	01.06.2023
5	Розробка інтерфейсу оператора	04.06.2023
6	Оформлення дипломного проєкту та супровідної документації	08.06.2023

7. Дата видачі завдання “20” лютого 2023р.

Керівник проекту:

доцент кафедри КСУ,

к.т.н., доцент

DocuSigned by:

5D476F4057AB4FB...

Володимир ТОЛБАТОВ

Здобувач:

студент гр. СУ-91

Максим МОНАХОВ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

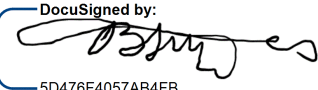
ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування автоматизованої системи керування виготовлення макаронних виробів

Розробник:
студент групи СУ-91

Максим МОНАХОВ

Погоджено:
доцент кафедри КСУ,
к.т.н., доцент

DocuSigned by:

5D476F4057AB4FB...

Володимир ТОЛБАТОВ

1. **Назва і галузь застосування:** автоматизація процесу виготовлення макаронних виробів; харчова, виробництво макаронних виробів.
2. **Підстави для проектування:** Наказ ректора Сумського державного університету № 0236-VI від “14” березня 2023р , інші договори або замовлення.
3. **Загальний опис об’єкта автоматизації:**
 - a) система призначена для виробництва макаронних виробів, модернізація даного виробництва має покращити якість товару за збільшити його продуктивність, має автоматичний та ручний режим роботи, складається з технологічного устаткування такого як преси, конвеєри та сушилки.
4. **Основні частини системи та структурна схема:**
 - a) описує основні частини системи, дає опис про їх функції та взаємозв’язки, повинен мати графічне зображення структури системи;
 - b) повинна містити не лише блоки пов’язані із технологічним процесом а ще й блоки електрошафи та пультів керування;
 - c) показує читачеві загальний план вашої системи з віддаленого ракурсу, як наприклад карта земної кулі на якій ми бачимо розміщення частин світу;
5. **Опис блоків системи керування :**
 - a) розділ повинен мати підрозділи, у кожному підрозділі описується окремий блок;
 - b) опис блока повинен містити список функцій які повинен виконувати блок, після списку потрібно описати як саме буде реалізована кожна функція;
 - c) підрозділ детально описує елементи блока до найменших деталей включаючи моделі виконавчих механізмів та давачів, при необхідності повинен мати графічні зображення для кращого розуміння;
 - d) кожен підрозділ показує читачеві конкретну частину системи великим планом, наче знімок військової бази з супутника.
6. **Опис алгоритмів та режимів роботи системи:**
 - a) повинен описувати алгоритм роботи системи у тому числі алгоритм взаємодії з оператором;
 - b) опис алгоритму повинен бути чітким та не повинен мати непередбачений результат при виникненні нештатних ситуацій;
 - c) при необхідності може бути доповнений графічними елементами, наприклад блок-схемою;
 - d) даний розділ дає розуміння про алгоритм роботи системи в цілому.

7. **Умови експлуатації системи керування:**

Умови експлуатації технічних засобів, що встановлюються в приміщенні на щитах керування:

- a) температура навколишнього середовища – від плюс 5 до 50°C
- б) відносна вологість до 80% при температурі до 25°C;
- в) атмосферний тиск від 84 до 106,7 кПа (від 630 до 800 мм рт. ст.);
- г) живлення БЖ для шафи управління – 380В; частота – 50 Гц; живлення ПЛК – 24В; живлення панелі оператора – 24В.

8. **Технічні вимоги:**

Склад технічних засобів системи:

- a) первинні перетворювачі (давачі);
- б) вимірювачі, що встановлюються безпосередньо на обладнанні;
- в) мікропроцесорний контролер;

- г) засоби відображення і представлення інформації;
- д) засоби введення оперативної і керуючої інформації;
- е) виконавчі механізми;
- є) регулюючі органи;
- ж) перетворювачі сигналів

ДСТУ 21.404 – 85 Автоматизація технічних процесів; ДСТУ 12.2.016 – 81 Система стандартів безпеки праці. Загальні вимоги безпеки.

9. Стадії та етапи проектування:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	15.05.2023
2	Аналіз предметної області. Область застосування.	20.05.2023
3	Розробка автоматизованої системи керування виготовлення макаронних виробів	25.05.2023
4	Розробка основних схем автоматизації.	01.06.2023
5	Розробка інтерфейсу оператора	04.06.2023
6	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації	08.06.2023

10. Додатки:

Додаток А. Конструкторська документація:

- СУ-91 6.151.10 Т2 Технологічна схема автоматизованої системи керування виготовлення макаронних виробів
- СУ-91 6.151.00 А2 Функціональна схема автоматизованої системи керування виготовлення макаронних виробів
- СУ-91 6.151.00 Е3 Схема принципова електрична автоматизованої системи керування виготовлення макаронних виробів

АНОТАЦІЯ

Монахов Максим Андрійович. Автоматизація процесу виготовлення макаронних виробів. Дипломний проект. Сумський державний університет. Суми - 2023 р.

Дипломний проект містить 45 аркушів пояснювальної записки, 43 рисунків, 20 таблицю, 1 додатки, 3 схеми. При виконанні дипломного проекту було використано 15 літературних джерел.

Автоматизація виробництва макаронних виробів є актуальною темою, оскільки дозволяє покращити якість, ефективність та конкурентоспроможність процесу виготовлення макаронних виробів.

У роботі розкриваються такі теми, як огляд системи, автоматизація виробництва макаронних виробів, підбір технічних засобів автоматизації, розробка схеми електрично принципової та розробка інтерфейсу оператора.

Ключові слова: система керування, макаронні вироби, модернізація виробництва макаронної лінії.

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КСУ

_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ

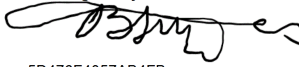
_____ 2023 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проекту
«Автоматизація процесу виготовлення макаронних виробів»

Керівник проекту:

доцент кафедри КСУ,

к. т. н., доцент

DocuSigned by:

5D476F4057AB4FB...

Володимир ТОЛБАТОВ

Здобувач:

Студент групи СУ-91

Максим МОНАХОВ

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	3
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	5
1.1 Призначення системи	5
1.2 Набір устаткування.....	6
1.3 Характеристики автоматизованої лінії виробництва макаронних виробів	7
РОЗДІЛ 2 АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА МАКАРОННИХ ВИРОБІВ.....	8
2.1 Аналіз технологічного процесу виробництва	8
2.2 Функціональні задачі керування	9
2.3 Опис контурів керування.	9
2.3.1 Контур змішування інгредієнтів	9
2.3.2 Контур приготування тіста	10
2.3.3 Контур нарізки та просушки	11
2.3.4 Контур охолодження, розфасовки та зберігання	12
РОЗДІЛ 3 ВИРІШЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗАДАЧ КЕРУВАННЯ.....	15
3.1 Вибір програмованого логічного контролера та промислового комп'ютера	15
3.2 Вибір датчиків	20
3.3 Вибір виконавчих механізмів	26
РОЗДІЛ 4 СТВОРЕННЯ СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕНЬ	33
4.1 Вибір САПР.....	33
4.2 Проектування	33
РОЗДІЛ 5 РОЗРОБКА ІНТЕРФЕЙСУ ОПЕРАТОРА	37
5.1 Загальні поняття.....	37
5.2 Програмне забезпечення	37
5.3 Проектування інтерфейсу	38
ВИСНОВКИ.....	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	44

					СУ- 91 6.151.00.ГВ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Монахов М.</i>			<i>Автоматизація процесу виготовлення макаронних виробів Пояснювальна записка</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>							2	48
<i>Реценз.</i>						СумДУ, СУ-91		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Леонтьев П.В.</i>						

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- САК – Система автоматичного керування;
ВМ – виконуючий механізм;
ПЛК – програмований логічний контролер;
УГЗ - умовно-графічне зображення;
ТЗА – технічні засоби автоматизації;
ЩК – щит керування;
НМІ – human machine interface;
ФСА – функціональна схема автоматизації;

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

ВСТУП

У світі все більш зростає попит на макаронні вироби, що зумовлено зростанням населення та зміною стилю життя. У зв'язку з цим, автоматизація виробництва може стати вирішальним фактором для забезпечення конкурентоспроможності підприємства та задоволення потреб споживачів.

В Україні на сьогоднішній день є велика кількість підприємств з виробництва макарон, але проблема в тому що в основному виробництво відбувається на застарілому обладнанні. Це зменшує потужності виробництва, якість продукції і як наслідок продажі таких виробів доволі швидко падають.

Тому, для того щоб вирішити дану проблему, було прийнято рішення модернізувати автоматизовану лінію з виробництва макаронних виробів. Щоб зрозуміти, що саме необхідно модернізувати, треба спочатку зрозуміти технологію виробництва. Далі створити схему матеріальних потоків, ФСА, обрати технічні засоби автоматизації, обладнання, виробничі об'єкти, створити верхній рівень, де оператори зможуть слідкувати та керувати процесом виробництва.

Виходячи з вищесказаного, метою проекту – є повна модернізація підприємств і створення сучасної автоматизованої лінії з виробництва макаронних виробів.

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Призначення системи

Автоматизована лінія з виробництва макаронних виробів (рис. 1.1.) призначена для виробництва макаронних виробів масового споживання, таких як спагеті, локшина, вермішель та інших видів макаронних виробів.



Рисунок 1.1 - Автоматизована лінія з виробництва макаронних виробів

Автоматизована лінія складається з різних етапів, включаючи змішування і перемішування інгредієнтів, формування тіста, пресування та різання на певну форму, сушіння, упакування та маркування.

Автоматизована лінія забезпечує швидке та ефективне виробництво великої кількості макаронних виробів з високою якістю та однаковістю, що дозволяє знизити витрати на працю та підвищити продуктивність. Крім того, автоматизована лінія забезпечує високий рівень гігієни та безпеки продукції, оскільки роботи, які раніше виконувалися вручну, тепер виконуються машинами.

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1 – бункерні силоси; 2 – шнековий конвеєр; 3 – вакуумний насос; 4 – бункер-накопичувач; 5 – дозатор муки і води; 6 – прес; 7 – пункт підготовки води і добавок; 8 – пристрій для підсушки; 9 – елеватор; 10 – сушарка; 11 – накопичувач-охолоджувач; 12 – фасувальна машина.

1.3 Характеристики автоматизованої лінії виробництва макаронних виробів

Характеристики автоматизованої лінії виробництва макаронних виробів можна побачити у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристики автоматизованої лінії:

Назва	Параметр
Кліматичні умови експлуатації:	
Вологість	від 45 до 65%
Температура	від 10 до 35 °С
Умови експлуатації ІЦК:	
Вологість	від 45 до 65%
Температура	від 10 до 35 °С
Положення	Вертикальне
Сутпінь захисту	IP53
Проведення технічного огляду	Раз на пів року
Продуктивність	15...25 тонн на день

РОЗДІЛ 2 АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА МАКАРОННИХ ВИРОБІВ

Проаналізувавши, з чого складається автоматизована лінія з виробництва макаронних виробів, її призначення та характеристики, можемо розробити технологічну схему, схему інформаційно-матеріальних потоків, розбити систему на контури керування, та розробити функціональну схему автоматизації.

2.1 Аналіз технологічного процесу виробництва.

З технологічним процесом виробництва макаронних виробів, можна представити у вигляді структурної схеми, яка показана на рисунку 2.1.

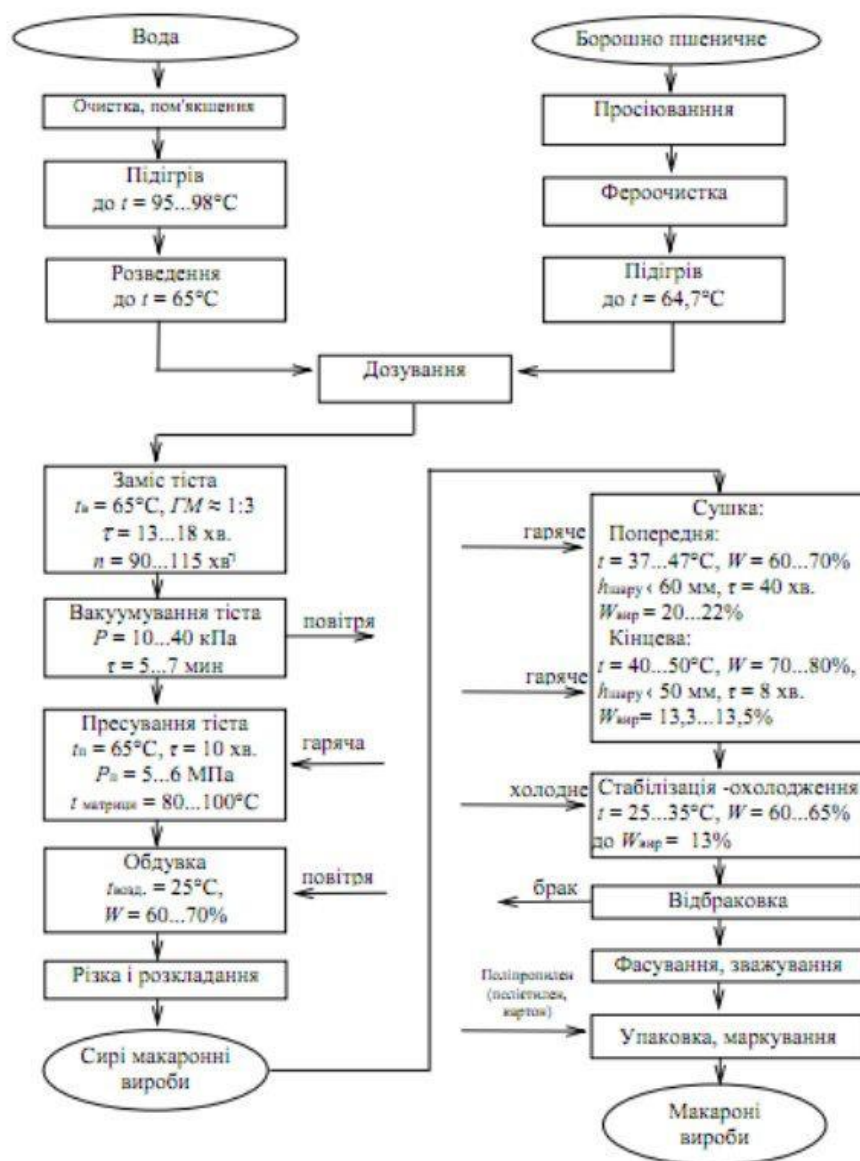


Рисунок 2.1 – Структурна схема виробництва макарон

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-91 6.151.00.ПЗ

Лис

8

2.2 Функціональні задачі керування

На основі структурної схеми можемо сформувавши список функціональних задач керування автоматизованою лінією виробництва макаронних виробів.

1. Контроль та підтримка температури, вологості та інших важливих параметрів в системі.
2. Здійснювати керування виконавчими механізмами.
3. Контроль витрат сировини.
4. Контроль та керування процесом змішування.
5. Контроль та керування сушаркою.
6. Вибраковування.
7. Фасування та зважування.

2.3 Опис контурів керування.

У відповідності до схеми інформаційно-матеріальних потоків, та технологічної схеми автоматизованої лінії з виробництва макаронних виробів розбиваємо схеми на контури керування та описуємо кожен з них.

2.3.1 Контур змішування інгредієнтів

Контур змішування інгредієнтів (рис. 2.2) умовно поділяється на дві частини:

Підготовка води. Контролер надсилає сигнал 4...20мА на частотний перетворювач, а той в свою чергу керує двигуном за допомогою якого здійснюється перекачка води в бак. Давач рівня сигналізує про заповненість резервуару та надсилає сигнал на контролер, вмикається лампа.

Далі контролер надсилає сигнал на увімкнення ТЕН для нагрівання води в резервуарі. Після відбувається охолодження води до потрібної температури, яку вимірює давач температури в резервуарі. Коли буде досягнута потрібна температура (Близько 60 градусів С) загоряється лампа. Наступним етапом відбувається перекачка теплої води в змішувач під час чого, буде горіти індикатор. По завершенню перекачки вмикається інший індикатор, що символізує готовність води до змішування.

Підготовка борошна. За допомогою шарового крану та тензо-давача набирається необхідна кількість борошна в резервуар. По завершенню вмикається відповідний індикатор.

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		9

видавлюється чере фільтру для того, щоб отримати макаронні вироби різної форми та розмірів. Зазвичай використовується екструзійне обладнання, наприклад макаронний прес або екструдер. Відбувається пресування тіста. Під час пресування температура повинна бути 65 *С, тиск 5-6 МПа Робиться це в продовж 10 хв. Після усіх маніпуляцій із тістом, його обдувають повітрям, температура якого має бути в межах 25 *С.

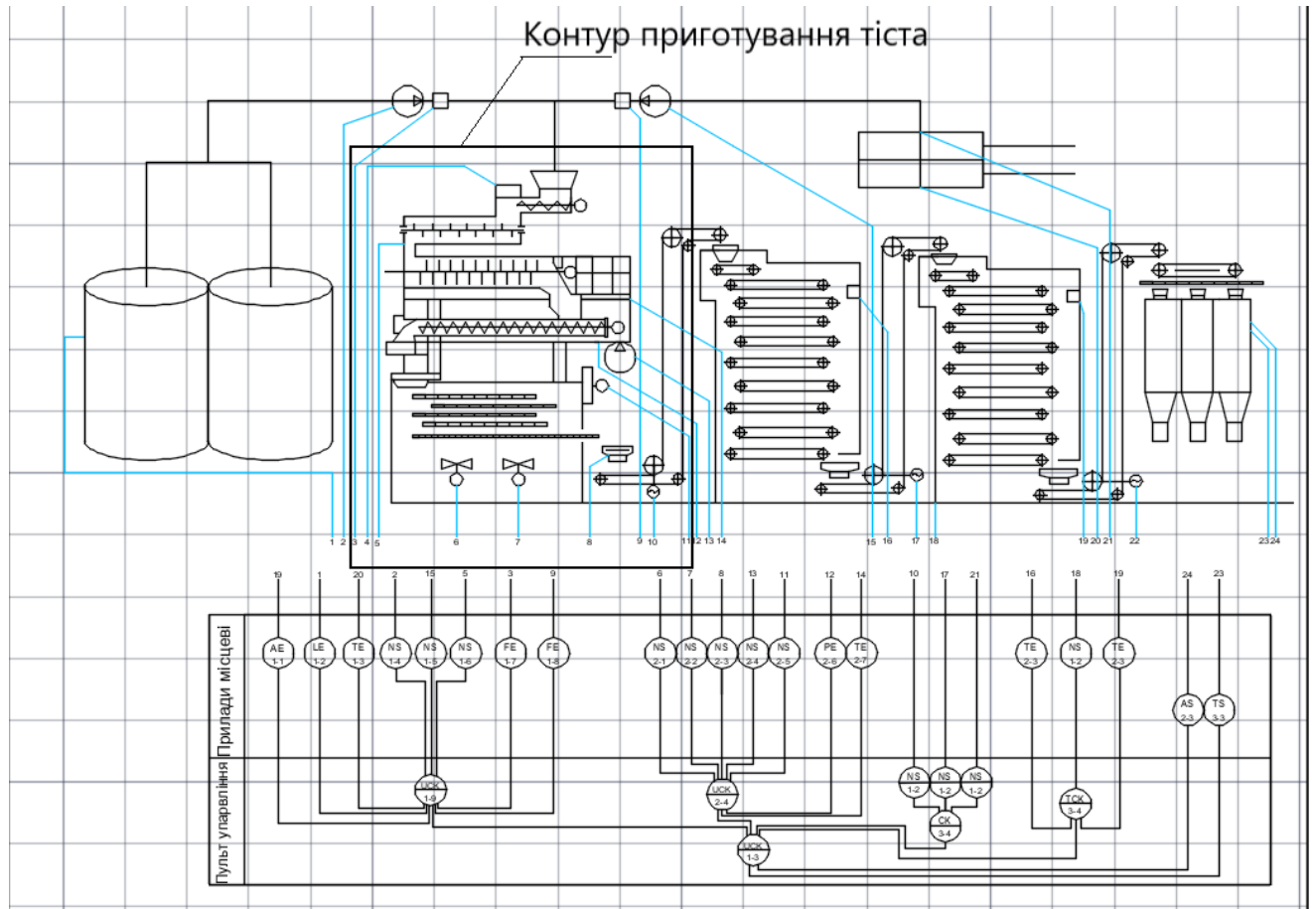


Рисунок 2.3 – Контур приготування тіста

2.3.3 Контур нарізки та просушки

Після екструзії тісто надходить до спеціального нарізного обладнання, де макаронні вироби нарізаються до потрібних довжини.

Просушка макарон відбувається у контрольованому середовищі для досягнення бажаного вмісту вологи. Для цього використовується спеціальна макаронна сушарка або дегідратор. Процес необхідно контролювати, щоб недопустити пересушування або недосушування макаронних виробів.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Просушку сирих макаронних виробів можна розбити на 2 етапи. Першим є попередня просушка макаронних виробів. Вона повинна відбуватися при наступних параметрах системи: температура середовища має бути 37...47 *C,

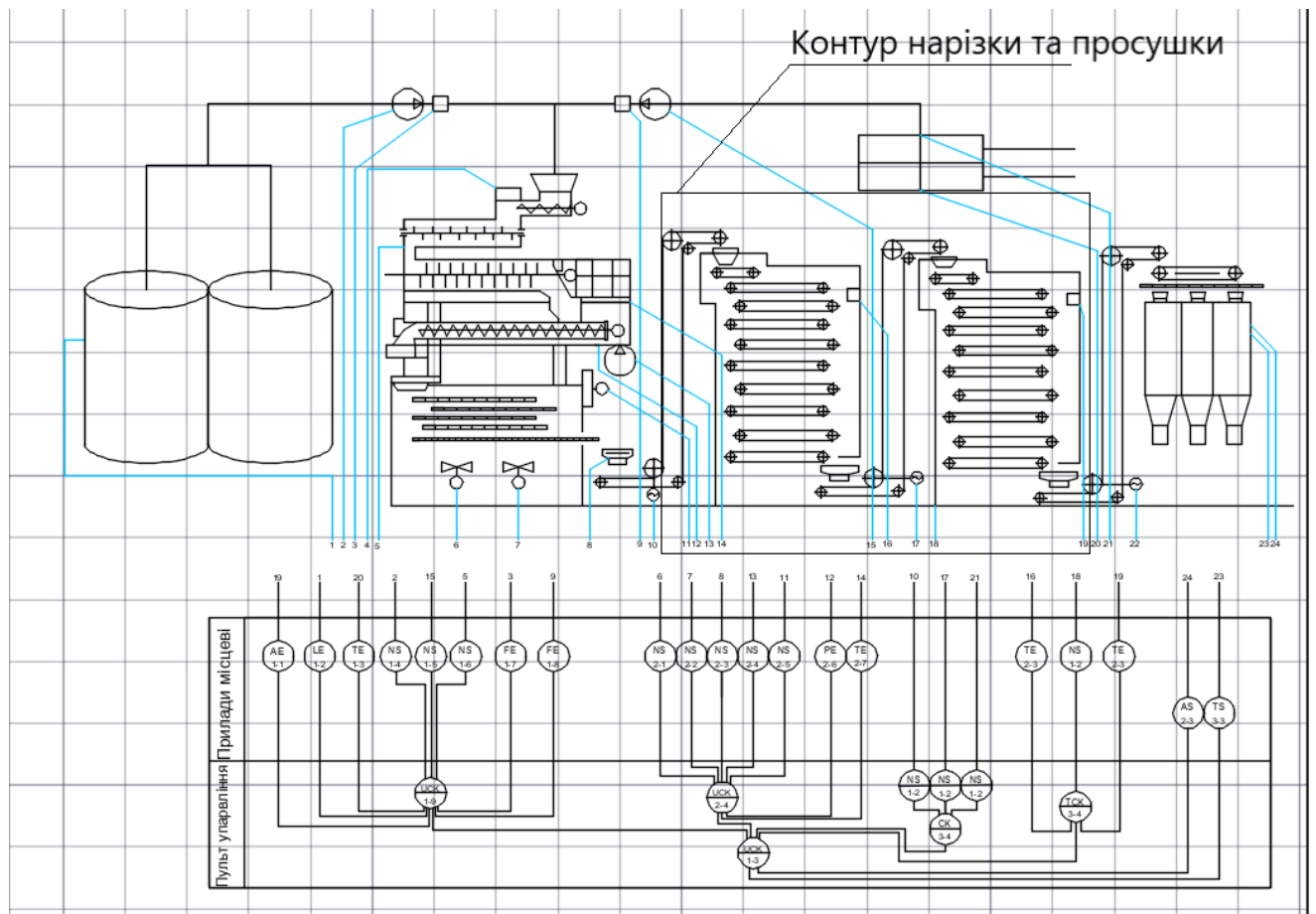


Рисунок 2.4 – Контур нарізки та просушки

2.3.4 Контур охолодження, розфасовки та зберігання

Це завершальний етап виробництва макаронних виробів. Перед тим як розфасувати макаронні вироби в упаковку, вони мають пройти стадію вистоювання та стабілізацію. Для цього зазвичай застосовують камери або силоси – накопичувачі. Для охолодження застосовують охолоджувально-сипні столи або охолоджувачі-накопичувачі.

Сухі і стабілізовані макаронні вироби упаковуються у велику або дрібну тару. Упаковка спаюється за допомогою спеціальних машин та відбравляється на склад. На складі, головною умовою довготривалого зберігання макаронних виробів є низька вологість. При вологості не вище 11% макарони не втрачають живильних та смакових властивостей.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-91 6.151.00.ПЗ

Лис

12

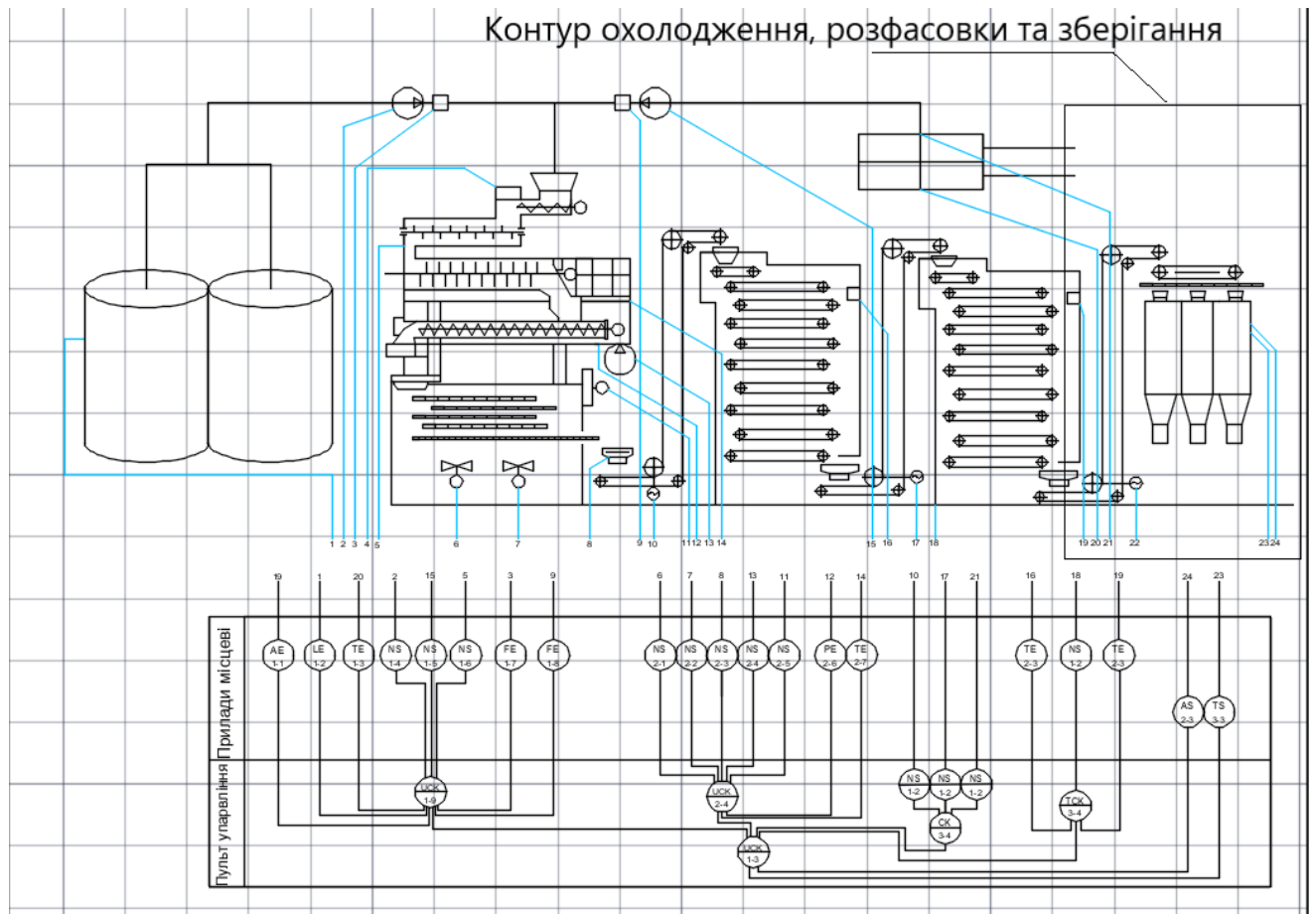


Рисунок 2.5 - Контур охолодження, розфасовки та зберігання

Таблиця 2.1 – Таблиця вхідних сигналів

Таблиця вхідних сигналів			
№	Назва сигналу	Діапазон вим.	Тип сигналу
1	Температура	-50...+150	4...20мА
2	Тиск	0...100 бар; 0...1 бар	4...20мА
3	Тензо датчик	до 2 т.	4...20мА
4	Вологість	0...100%	4...20мА
5	Рівень	0...100%	4...20мА

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

СУ-91 6.151.00.ПЗ

Лис

13

Таблиця 2.2 – Таблиця вихідних сигналів

Таблиця вихідних сигналів			
№	Назва сигналу	Тип сигналу	ВМ
1	Електромагнітний клапан; 1 канал	DO, DI	Електромагнітний клапан 220 В 50 Гц
2	Двигуни; 1 канал	DO, DI	Відцентрований насос (11 кВт) 380 В
3	Вентилятор, 1 канал	DO, DI	Світлодіодна стрічка 12В
4	Прес	DO, DI	GSM800
6	Сушкарка	DO, DI	Сушарка
7	Стабілізатор – охолоджувач	DO, DI	Стабілізатор – охолоджувач

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		14

РОЗДІЛ 3 ВИРІШЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗАДАЧ КЕРУВАННЯ

Сформовані у попередньому розділі функціональні задачі керування можливо за допомогою новітнього обладнання, нових, більш точних датчиків температури, тиску, витратоміру та інших. Звичайно, що для автоматизації процесу одних датчиків недостатньо, тому необхідно використовувати виконавчі механізми. Тобто вирішенню задач керування буде сприяти підбір технічних засобів автоматизації.

3.1 Вибір програмованого логічного контролера та промислового комп'ютера

Програмований логічний контролер, його ще називають скорочено ПЛК – це пристрій, який може керувати різними процесами як в автоматичному режимі, так і в ручному, через оператора. ПЛК може приймати сигнали з датчиків, та видавати керуючий сигнал на виконавчі механізми. ПЛК складається з таких елементів, як процесор, оперативно та постійно запам'ятовуючі пристрої, портів входу та вихода I/O, різноманітних інтерфейсів зв'язку, як наприклад Ethernet; RS-232; RS-485 та інші.

Усі ці складові забезпечують коректну роботу як логічного контролера так і периферійних пристроїв. Для програмування контролера зазвичай використовується міжнародний стандарт ІЕС 61131-3. Мови програмування яких, включає:

- Structured Text (ST);
- Instruction List (IL);
- Ladder Diagram (LD);
- FBD (Function Block Diagram);
- Sequential Function Chart (SFC).

Постала проблема вибору логічного контролера для автоматизації виробництва макаронних виробів. Тому, проаналізувавши ринок, мій вибір пав на ПЛК фірми Siemens S7-1200. Перевагами його є надійність та швидкість.

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15



Рисунок 3.1 – ПЛК SIEMENS S7-1200

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики ПЛК SIEMENS S7-1200 [6]

Характеристики	Значення
Живлення, В	24
Потужність, Вт	12
Кількість входів, AI	2, 0 - 10 В
Кількість входів, AO	2, 0 - 20 мА
Кількість входів, DI	10, 24 В; 4, RS-485
Кількість входів, DO	4; 4, RS-485
Робоча температура навколишнього середовища, *С	-20...60

Даний контролер має обмежену кількість портів вводу/виводу, але є вирішення цієї проблеми – встановити додаткові модулі розширення, які підключаються до ПЛК. Тож, обираємо модуль вводу/виводу аналогових сигналів. Для цієї задачі непогано підійде SM 1234, який зображено на рисунку 3.2.

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16



Рисунок 3.2 - Модуль вводу-виводу аналогових сигналів SM 1234

Його технічні характеристики наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Параметри модуля вводу - вивода

Характеристика	Значення
Кількість входів	4
Кількість виходів	2
Живлення, В	24
Потужність, Вт	2
Допустима вхідна напруга, В	35
Допустимий вхідний струм, мА	40
Робоча температура навколишнього середовища, *С	-20...60

Оскільки система працює не лише з аналоговими сигналами, але і з цифровими, то для цього нам потрібен модуль вводу/виводу SM1223, який зображено на рисунку 3.3.

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 3.3 – Модуль вводу-виводу дискретних сигналів SM 1223

Технічні характеристики модуля SM 1223 можемо переглянути в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Параметри модуля SM 1223

Характеристика	Значення
Кількість входів	8
Кількість виходів	8
Живлення, В	24
Потужність, Вт	2.5
Допустима вхідна напруга, В	24
Допустимий вхідний струм, мА	4
Робоча температура навколишнього середовища, *С	-20...60

Для створення верхнього рівня, обираємо промисловий комп'ютер. ПК нам потрібен для керування та слідкування за процесом виробництва макаронних виробів, знаходячись не лише безпосередньо на лінії виробництва, а в операторській.

В якості ПК можемо обрати модель DELL OPTIPLEX 3000 SFF, який зображено на рисунку 3.4. Одночасно оберемо і монітор Монітор 27" SAMSUNG F27T350F.

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18



Рисунок 3.4 – Промисловий комп'ютер DELL OPTIPLEX 3000 SFF та монітор 27" SAMSUNG F27T350F

По характеристикам даного ПК довго зупинятися не буду. Даного ПК цілком вистачить для того, щоб запускати SCADA систему, керувати процесом та контролювати параметри.

Також необхідно обрати панель оператора. Панель оператора буде встановлена на щиту керування для контролю за параметрами та керуванням процесу. Добре підійде панель від фірми SIEMENS SIMATIC HMI Basic 2 го покоління (рис.3.4.1).



Рисунок 3.4.1 - SIEMENS SIMATIC HMI Basic

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

3.2 Вибір давачів

Для вимірювання температури, на всіх етапах виробництва можемо обрати Danfoss MBT 3270. Даний датчик обладнаний кремнієвим терморезистором КТҮ 2000. Двопровідна лінія зв'язку забезпечить захист від шуму. Високий опір давача забезпечує низький вплив власного опору проводів зв'язку, і як наслідок можна встановлювати датчик на великій відстані.



Рисунок 3.5 - Danfoss MBT 3270

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики датчика Danfoss MBT 3270

Характеристика	Значення
Чутливий елемент	Кремнієвий резистор КТҮ2000
Діапазон вим. температури	-50...+150 *C
Точність виміру	EN 60751 class B
Конектор	AMP Junior Power Timer
Опір чутливого елемента	2 кОм (при температурі 0 *C)

Давачі тиску необхідно обирати в залежності від вимірювальної величини тиску підбираємо відповідні датчики. В якості перетворювачів тиску добре підійде Danfoss MBS 3000. Дана модель створювалася для різних середовищ, тому має великий спектр виміру фізичних величин. Нам треба 2 давача тиску, один буде вимірювати тиск в 60 бар максимум інший 0.4 бари максимум.

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20



Рисунок 3.6 – Датчик тиску Danfoss MBS 3000

Таблиця 3.5 – Характеристика давача тиску MBS 3000 DANFOSS

Характеристика	Значення
Вид робочого середовища	рідина, газ,
Тип вимірюваного тиску	відносний
Діапазони вимірювань	0 – 60 бар / 0 – 1 бар
Діапазон допустимих температур робочого середовища	-40 – 85°C
Діапазон компенсованих температур	0 – 85°C
Час реакції	4 мс
Граничний тиск перевантаження	до 1500 бар
Тиск розриву чутливого елемента	до 2000 бар
Технологічне з'єднання	G 1/4, G 1/2
Матеріал контактуючих частин	нержавіюча сталь
Ударостійкість	200-300 g
Вага	0,25 кг
Тип вихідного сигналу	4 – 20 мА, 0 – 5 В, 1 – 5 В, 1 – 6 В, 0 – 10 В
Захист від неправильного включення полярності	є
Напруга живлення	9 – 32 В
Граничний струм	28 мА
Електричне підключення	штекер DIN 43650

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Щоб зважувати виготовлені макаронні вироби підбираємо тензометричний датчик. Обираємо до 2 тон CZL803-М. Він перетворює деформації в електричний сигнал. Датчик зображено на рисунку 3.7.



Рисунок 3.7 – Тензометричний датчик на 2 тони CZL803-М

Таблиця 3.6 – Характеристики тензометричного датчика CZL803-М балочного типу.

Характеристика	Значення
Модель давача	CZL803-М 2 т
Клас точності	C3
Клас захисту	IP65
Номінальна нагрузка	1000 кг
Чутливість	3,0 мБ/Б
Нелінійність	0,018 %
Гістерезис	0,018 %
Номінальна напруга	9-12 В
Допустима напруга	5-18 В
Робоча температура	-20° С ~ +55°С
Допустима перегрузка	120 %

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		22

Датчик виміру вологи можемо використовувати датчик вологості від виробника Теспоскоолинг моделі ТС100033. Зображено на рисунку 3.8.



Рисунок 3.8 – Датчик вологи ТС100033

Таблиця 3.7 – Параметри датчика вологи

Характеристика	Значення
Модель давача	ТС100033
Сигнал	4...20мА
Діапазон виміру	0...99%
Виготовлено в відповідності з	СЕ вимогами

Щоб контролювати залишок борошна та інших інгредієнтів можемо використати ультразвуковий рівнемір MICROFLEX-C, який зображено на рисунку 3.9. З пааметрами даного датчика можна ознайомитися у таблиці 3.8.

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23



Рисунок 3.9 – Ультразвуковий датчик рівня MICROFLEX-C

Таблиця 3.8 – Параметри датчика Microflex-C

Характеристика	Значення
Діапазон вимірювання	0.3-8 м.
Вихідний сигнал	4...20мА
Степінь захисту	IP67
Ел. живлення	12-30 В постійного струму
Дисплей	4-цифри РК
Вхід кабелю	2xM20x1,5мм
Матеріал датчика	PVDF
Точність	< 1 m +/- 5mm; >1 m +/-0.5% від діапазону
Робоча температура	-20...+70 *C
Робочий тиск	до 3 бар
Схвалено	CE EN50081-1 CE EN50082-2

Оскільки однією з задач стоїть правильний заміс тіста, а для цього необхідно змішувати муку та воду з добавками у правельних пропорціях. Через це необхідно правильно дозувати інгредієнти, і щоб знати правильну кількість, необхідно встановити витратомір. Для цього підійде витратомір DWM2000 від фірми KRONE, який зображено на рисунку 3.10.

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24



Рисунок 3.10 – Витратомір DWM2000

Технічні характеристики відображено у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Технічні характеристики датчика DWM2000

Характеристика	Значення
Опції	РК дисплей
Вихідний сигнал	4...20мА
Одиниця виміру	м/с; м ³ /год
Точність: при $v > 1$ м/с або 3.3 фути/с при $v < 1$ м/с або 3.3 фути/с	+/- 5% від вим. знач. (+/- 2%, якщо проведено калібровку на місці) ±3см/с / ±1.2 дюймів/с ±2% від вим. знач.
Робоча температура	-25...+150 *С
Ступінь захисту	IP 66
Напруга живлення	12/24 В
Споживча потужність	50 мА
Схвалено	CE EN50081-1 CE EN50082-2

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

3.3 Вибір виконавчих механізмів

Обравши контролер та давачі, можемо перейти до підбору виконавчих механізмів для нашої автоматизованої лінії. До таких виконавчих механізмів можна віднести двигуни, насоси, прес та інші.

Для нашої системи потрібно обрати двигун, оскільки в нашій системі присутні такі процеси як змішування, переміщення виробів по елеватору та по конвеєру. Двигун який нам підходить під наші задачі – це простий асинхронний трьохфазний двигун, Українського виробництва потужністю 1.1 кВт АІР 71В2, який показано на рисунку 3.11.

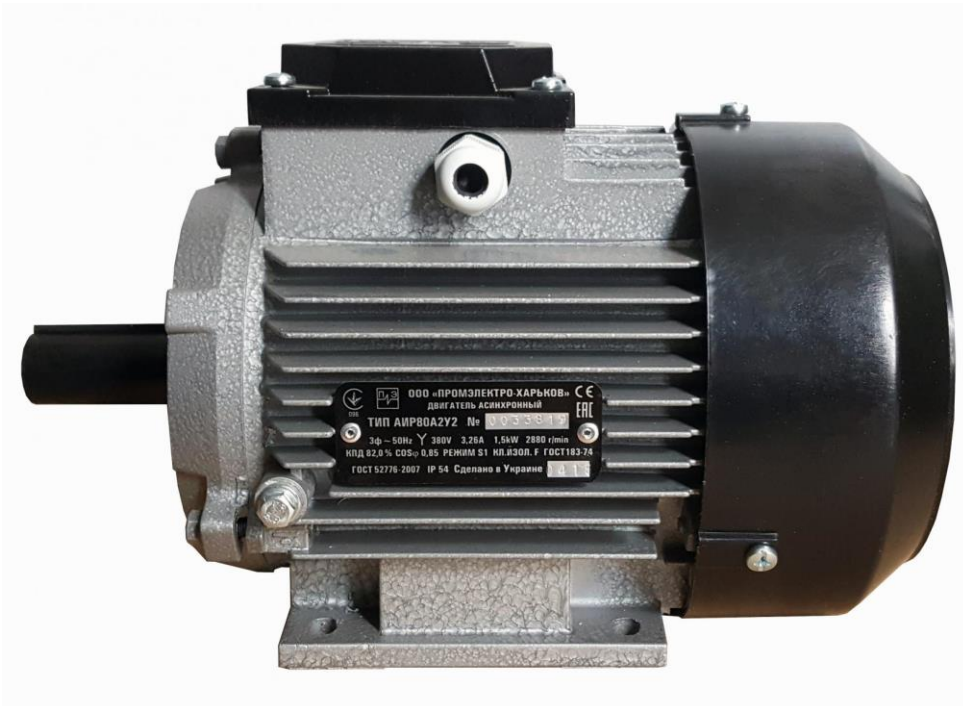


Рисунок 3.11 – Трьохфазний асинхронний двигун АІР 71В2

Таблиця 3.10 – Технічні характеристики двигуна АІР 71В2

Характеристика	Значення
Потужність	1.1 кВт
Оберти	3000 об/хв
Діаметр валу	19 мм
Напруга живлення	380 В
Кількість фаз	3
Ступінь захисту	IP54

Далі обираємо відцентрований вентилятор ВЦ 14-46 №2,5 5,5 кВт 3000 об/хв. За допомогою вентилятора можемо перемістити борошно, яке знаходиться в силосах до змішувача.

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26



Рисунок 3.12 - Відцентрований вентилятор ВЦ 14-46 №2,5 5,5 кВт

У таблиці 3.11 можна ознайомитися з технічними характеристиками ВЦ 14-46.

Таблиця 3.11 – Технічні характеристики ВЦ 14-46

Характеристика	Значення
Потужність	5.5 кВт
Оберти	3000 об/хв
Мінімальний робочий тиск	350 Па
Максимальний робочий тиск	420 Па
Напруга живлення	380 В
Кількість фаз	3
Ступінь захисту	IP55

Потрібно також обрати насос. Насос потрібен для того, щоб переміщувати рідину, в нашому випадку – це вода змішана з добавками. Для таких цілей непогано підійде відцентрований насос SPERONI CS 32-200B, який зображено на рисунку 3.13. Цей насос гарно підходить для перекачки води, чи інших рідин. Якщо в'язкість або густина рідина буде відмінною від води, то насос буде споживати більше потужності. З технічними характеристиками відцентрованого насоса SPERONI CS 32-200B можна ознайомитися у таблиці 3.12.

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		27



Рисунок 3.13 - Відцентрований насос SPERONI CS 32-200B

Таблиця 3.12 – Параметри насосу SPERONI CS 32-200B

Характеристика	Значення
Потужність	5.5 кВт
Частота обертань	2850 об/хв
Продуктивність	до 36 м ³ /год
Глибина підйому води	7 м.
Максимальний напір	55.7 м
Напруга живлення	380 В
Кількість фаз	3
Ступінь захисту	IP44

Далі обираємо перетворювач частоти, для того щоб керувати швидкістю наших двигунів. Частотний перетворювач обираємо відповідно до потужності двигунів. Непоганим вибором буде перетворювач частоти CFM310 5,5 кВт 380В для трифазних електродвигунів та Перетворювач частоти CFM310 1,1 кВт 380В для трифазних електродвигунів. Виглядають вони однаково, як показано на рисунку 3.14. Параметри обох частотників, наведені у таблиці 3.13, ідентичні, відрізняються лише потужністю.

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		28



Рисунок 3.14 - CFM310 5,5 кВт/1,1 кВт 380В

Таблиця 3.13 – Характеристики частотного перетворювача CFM310 5,5 кВт/1,1 кВт 380В.

Характеристика	Значення
Потужність	5.5 кВт/1.1 кВт
Напруга живлення	380 В
Напруга на виході	380 В
Кількість фаз	3
Максимальна вихідна частота	800 Гц

Далі, нам потрібен електромагнітний клапан, для того, щоб дозувати кількість борошна та води. Шаровий кран VKDIV/CE d75-110, зображений на рисунку 3.15, досить непогано справиться з цією задачею.

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		29



Рисунок 3.15 – Шаровий кран з електроприводом VKDIV/CE d75-110

У таблиці 3.14 відображено характеристики крану

Таблиця 3.14 – Характеристики шарового крану з електроприводом VKDIV/CE d75-110

Характеристика	Значення
Робочий тиск	16 бар
Напруга живлення	220 В
Робоча температура	0..+60 °С
Потужність	45 Вт
Степінь захисту	IP 66

Макаронний прес, потрібен для виробництва вакуумованих макаронних виробів потрібен макаронний прес продуктивністю 150 кг/год. Завдяки такому пресу, макарни мають різні розміри та форми. Прес зображено на рисунку 3.16.

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		30



Рисунок 3.16 – Макаронний прес БІД

Параметри пресу можна побачити у таблиці 3.15.

Характеристика	Значення
Потужність	23 кВт
Напруга живлення	380 В
Матриця	150 кг/год
Кількість фаз	3
Частота обертання	20-75 об/хв

Також макарони необхідно висушувати для того, щоб як вони були нарізані на різні форми, завдяки макаронному пресу, тож обираємо конвеєрну сушку продуктивністю 150 кг/год, яка показана на рисунку 3.17.



Рисунок 3.17 – конвеєрна сушка макарон БІД

Таблиця 3.16 – Параметри сушарки макарон БІД

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		31

Характеристика	Значення
Потужність	103 кВт
Напруга живлення	380 В
Матриця	150 кг/год
Кількість конвеєрів	3
Ширина ленти	2 м

Далі, після просушки, макарони необхідно запакувати, це буде робити пакувальна – фасувальна машина фірми БІД, яка зображена на рисунку 3.18.

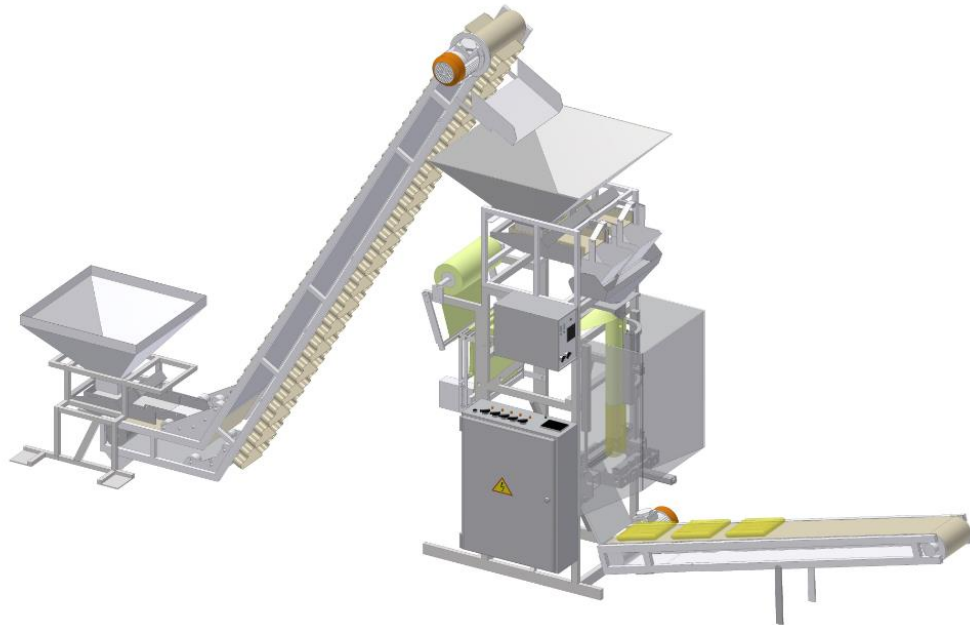


Рисунок 3.18 – Фасувальна – пакувальна машина макаронних виробів

Таблиця 3.17 – Характеристики пакувальної машини

Характеристика	Значення
Продуктивність	Малі дози – до 25 пач/хв; великі – до 20 пач/хв
Межі вагового значення	300 - 1000 г
Живлення	380 В
Обсяг букера для завантаження	100 дм ³

РОЗДІЛ 4 СТВОРЕННЯ СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕНЬ

4.1 Вибір САПР

Систем автоматизованого проектування (САПР) – це автоматизована система призначена для автоматизації технологічного виробу проекту, результатом якої є комплект проєктної документації. Цією проєктною документацією керуються при ремонті, експлуатації а також обслуговуванні виробів. Розглядалися такі САПР, як GStarCAD, AutoCAD, Eplan та Kompas electric.

З програмним забезпеченням Eplan я познайомився під час навчання, оволодів нею на достатньому рівні, щоб створити схему, тож використовувати буду саме її.

4.2 Проектування

Першим кроком у проектуванні, необхідно створити сам проєкт. Після чого перед нами з'явиться область, в якій ми можемо додавати листи в яких будемо створювати схему. Схема, буде збиратися за допомогою УГЗ. УГЗ – це бібліотека умовних графічних значень. До таких відносять відображення автоматичних вимикачів, резисторів, конденсаторів, клемників, та багато інших елементів автоматизації, які потрібні у проектуванні.

Отже, починаємо наш проєкт із схеми живлення, вона зображена на рисунку 4.1.

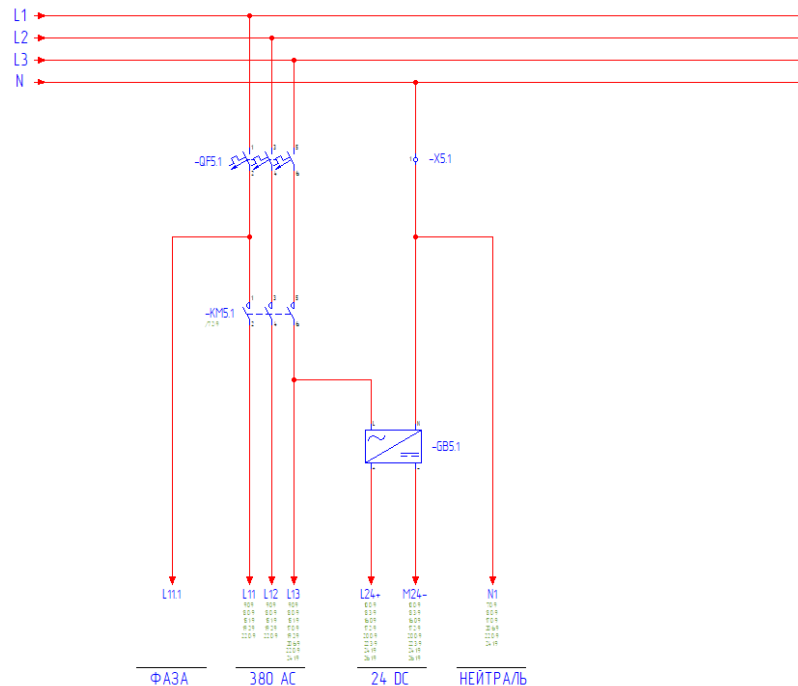


Рисунок 4.1 – Схема живлення

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Далі розроблюємо живлення керуючої частини щита керування, як зображено на рисунку 4.2

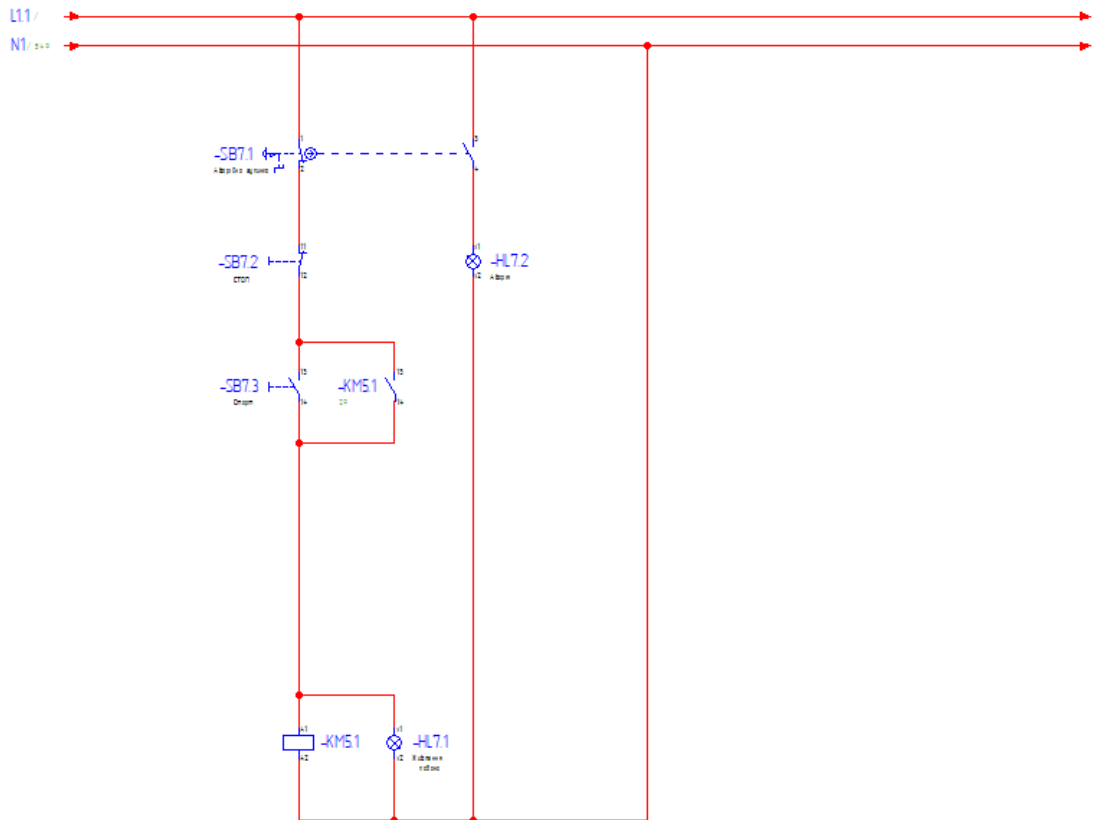


Рисунок 4.2 – Живлення керуючої частини ЩК

Створюємо схему підключення до частотного перетворювача (рис. 4.3)

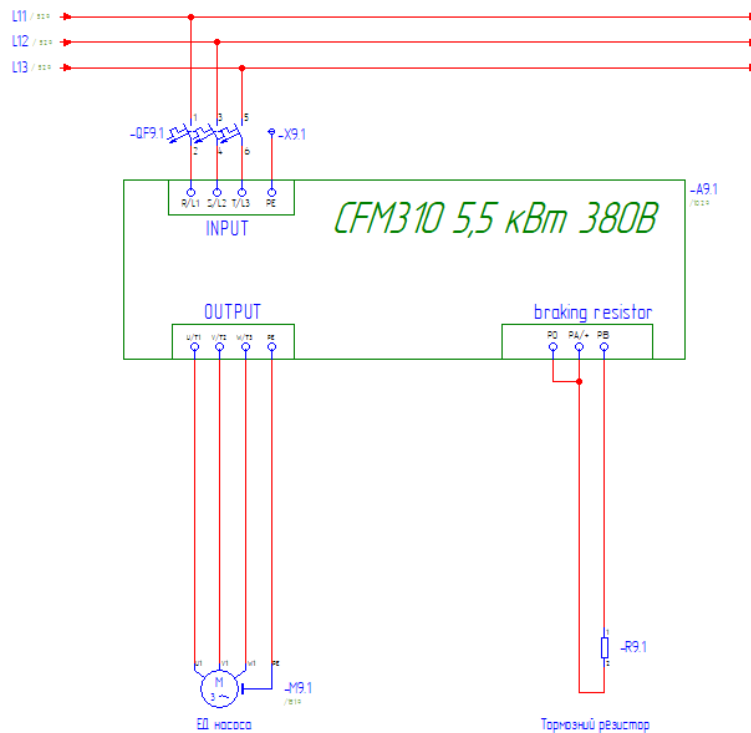


Рисунок 4.3 - Підключення до частотного перетворювача

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-91 6.151.00.ПЗ

Лис

34

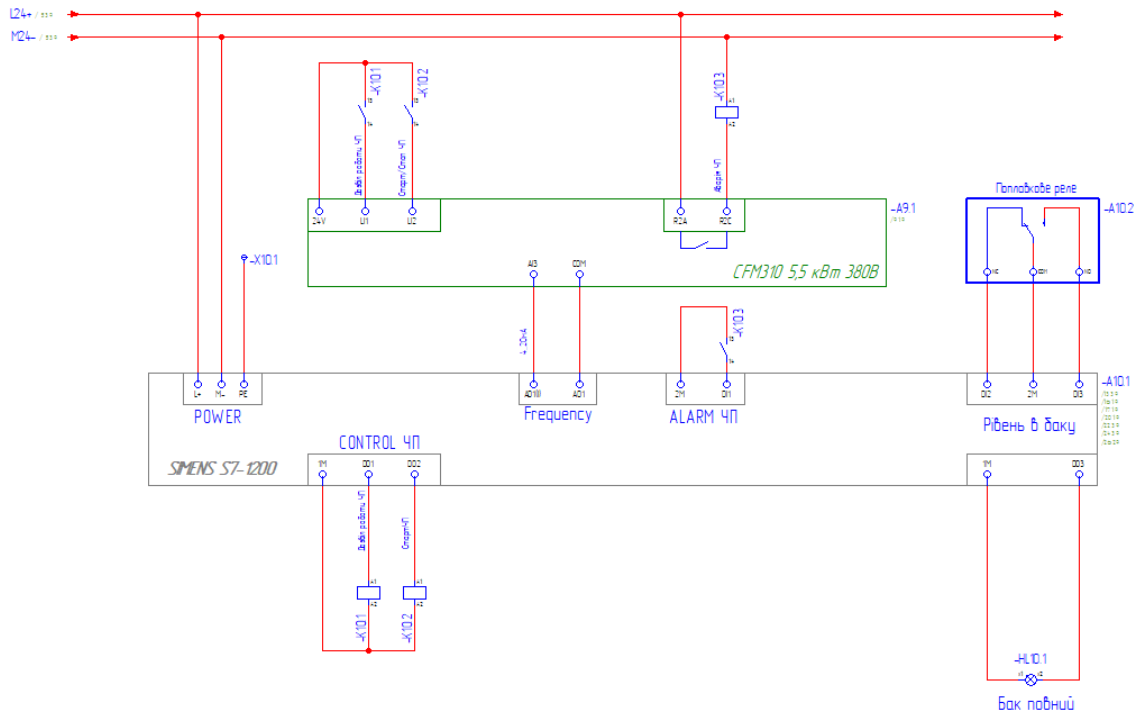


Рисунок 4.4 – Підключення частотника до контролера

Схема підключення до контролера (контроль та коригування температурою) (рис. 4.5).

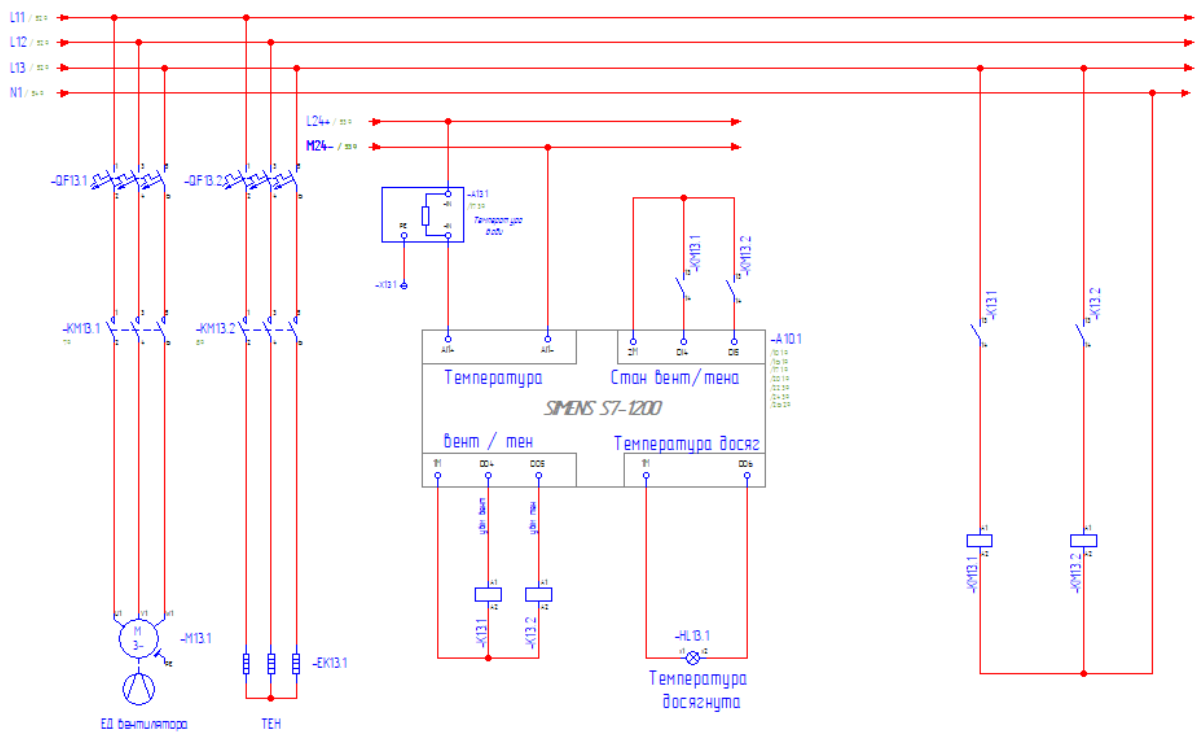


Рисунок 4.5 - Схема підключень ВМ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-91 6.151.00.ПЗ

Лис

35

Схема підключення контролера до датчиків та виконавчих механізмів 4.6

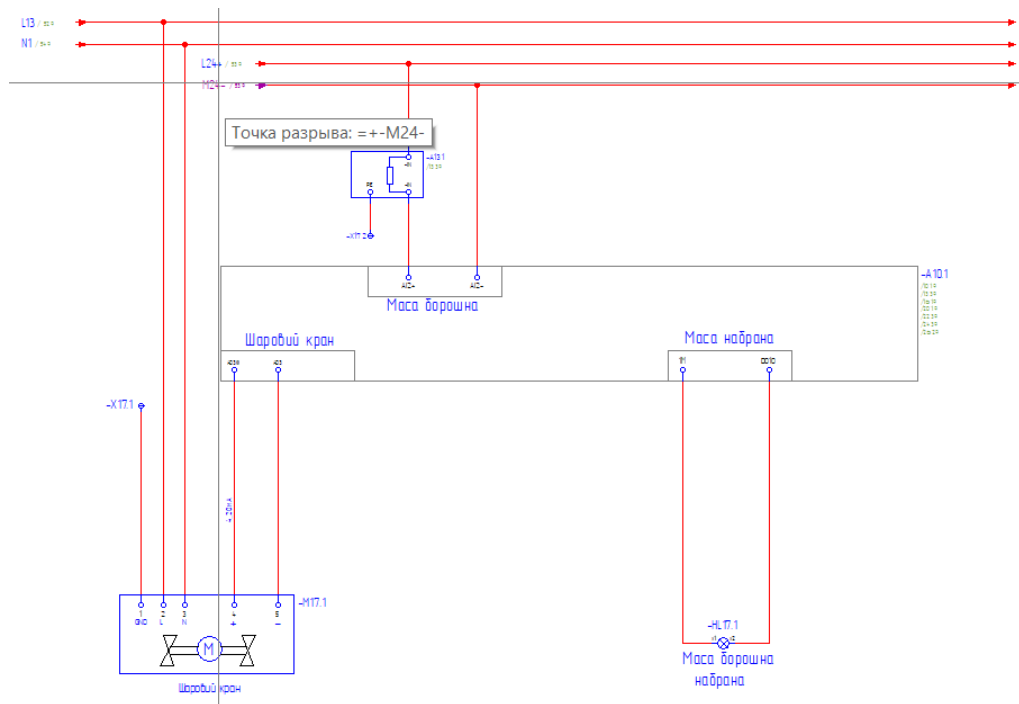


Рисунок 4.6 - Підключення контролера до датчиків та виконавчих механізмів

Також було створено схему підключення до верхнього рівня, як показано на рисунку 4.7

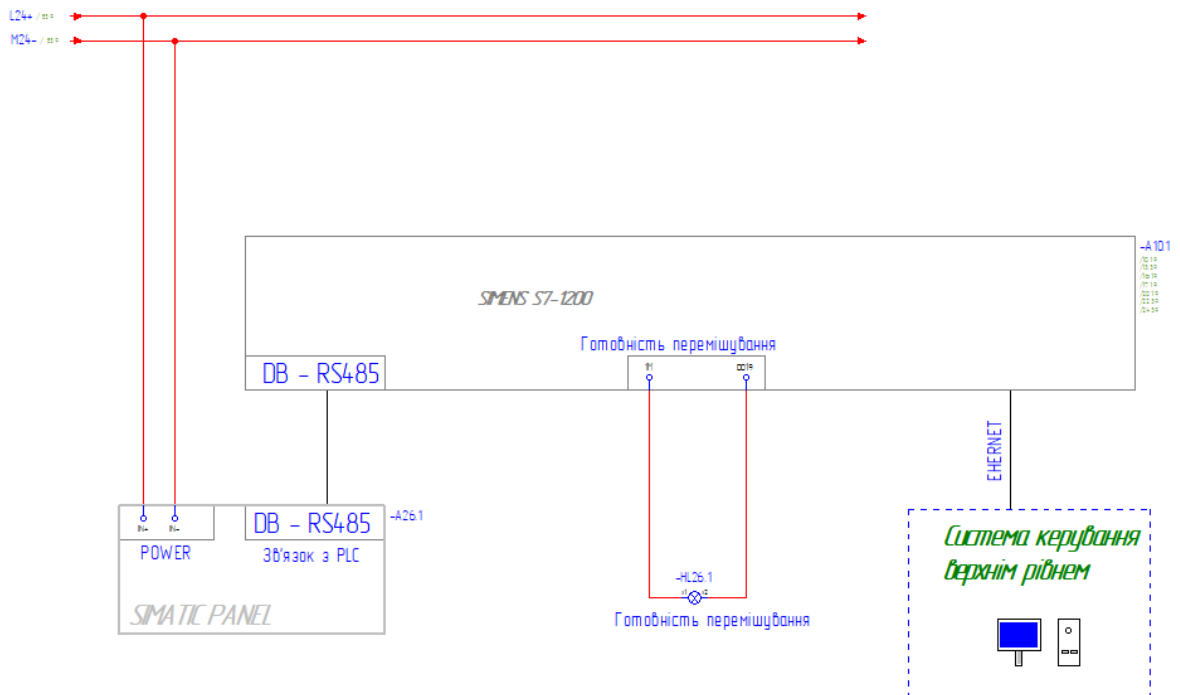


Рисунок 4.7 – Схема підключень до аналогових датчиків

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-91 6.151.00.ПЗ

Лис

36

РОЗДІЛ 5 РОЗРОБКА ІНТЕРФЕЙСУ ОПЕРАТОРА

5.1 Загальні поняття

Автоматизація процесу – являє собою процеси виробництва, де втручання людини здійснюється лише у керування цими процесами. В нашому випадку, наприклад, замість того, щоб в ручну замішувати тісто, це можна зробити за допомогою елементів автоматики. Насправді процеси виробництва можна поділити на автоматизовані та автоматичні і різниця дійсно є. У автоматизованих системах людина звісно присутня, але як оператор, тобто людина з панелі або комп'ютера може керувати процесом. У автоматичних системах – людина взагалі відсутня, усі процеси проходять в повнітю незалежно від людини.

Отже, оператор все ж таки відіграє роль у виробництві макаронних виробів, він керує процесом, тому необхідно створити НМІ. Зробити це можна за допомогою відповідного програмного забезпечення.

5.2 Програмне забезпечення

Щоб створити інтерфейс оператора, розглядалися декілька програмних забезпечень, а саме:

- TP Designer;
- Simple SCADA;
- TraceMode;
- CodeSys;
- Zenon Scada.

Серед усіх мені найбільше сподобалося TP Designer від фірми Siemens. Цей продукт має свої переваги, такі як:

1. Інтуїтивний інтерфейс. Людина бачить перед собою простий інтерфейс, з ним легко навчатися, працювати та редагувати інтерфейси для систем автоматизації.
2. Широкий функціонал. TP Designer має широкі можливості для налаштування та програмування панелей оператора, до яких входить графіка, анімація, кнопки, графіки та інші елементи.
3. Інтеграція з продуктами Siemens. Дане ПЗ добре інтегрується з іншими продуктами Siemens, такими як контролери, що дає можливість використовувати їх у парі.

Тобто програмне забезпечення TP Designer – потужний інструмент для розробки НМІ.

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		37

5.3 Проектування інтерфейсу

Для початку роботи у програмному забезпеченні TP Designer, необхідно створити новий проєкт та відкрити бібліотеку, де є готові елементи інтерфейсу. Робимо, першим кроком, почтковий екран, як показано на рисунку 5.1.



Рисунок 5.1 – Початковий екран

Наступним кроком оператор матиме можливість зробити вибір програми. Є такі режимим як Online, Offline та Serial Download (рисунок 5.2).

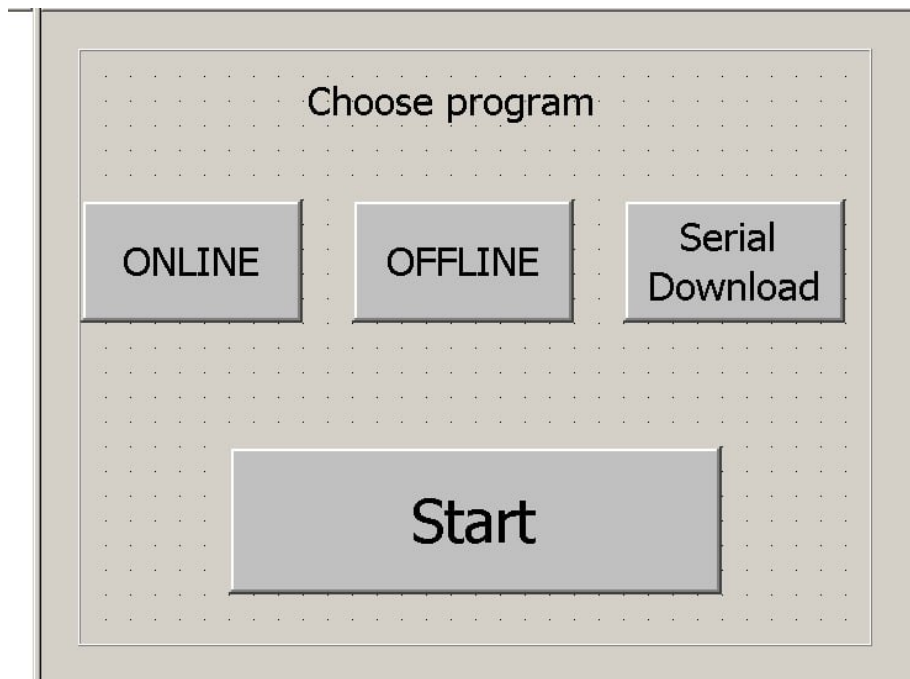


Рисунок 5.2 – Вибір програми

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-91 6.151.00.ПЗ

Лис

38

Наступним кроком оператору потрібно бути обрати режим в якому буде працювати система, їх два – ручний режим (Manual) та автоматичний (Automatic). Інтерфейс оператора показано на рисунку 5.3.

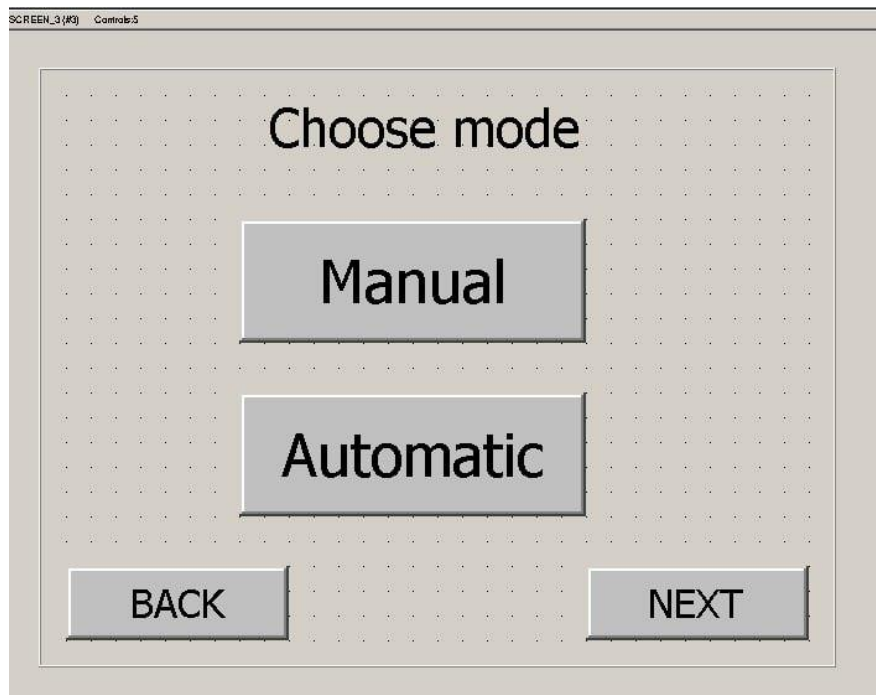


Рисунок 5.3 – Вибір режимів роботи

Наступним кроком створюємо інтерфейс керування та контролем за водою, яка буде змішуватися з мукою. Це відбуватиметься у ручному режимі. Виглядає він, як показано на рисунку 5.4.

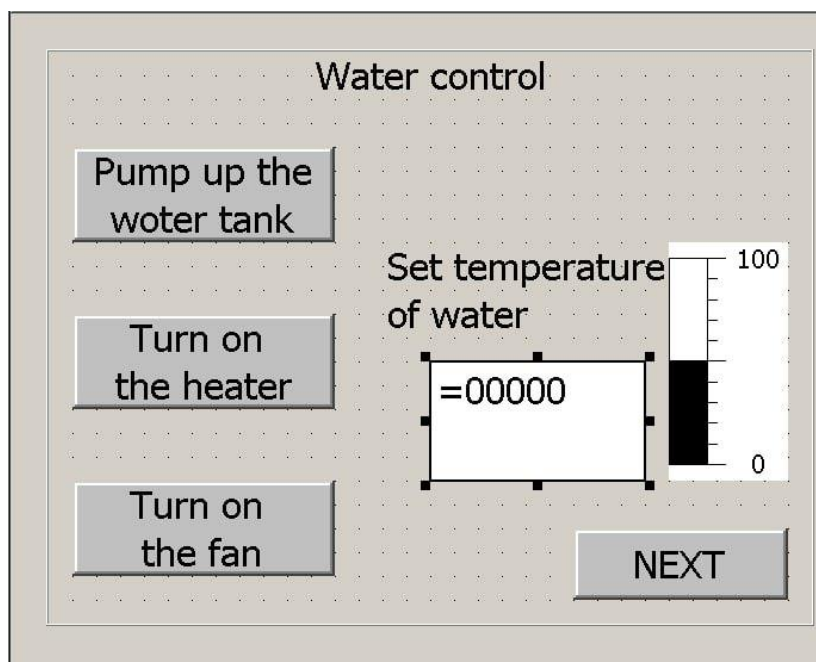


Рисунок 5.4 – Контроль і керування води

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-91 6.151.00.ПЗ

Лист

39

Наступними кроком, оператор побачить перед собою інтерфейс керування та контролем за борошном. Також інтерфейс створений для ручного режиму. Зображення інтерфейсу можна побачити на рисунку 5.5.

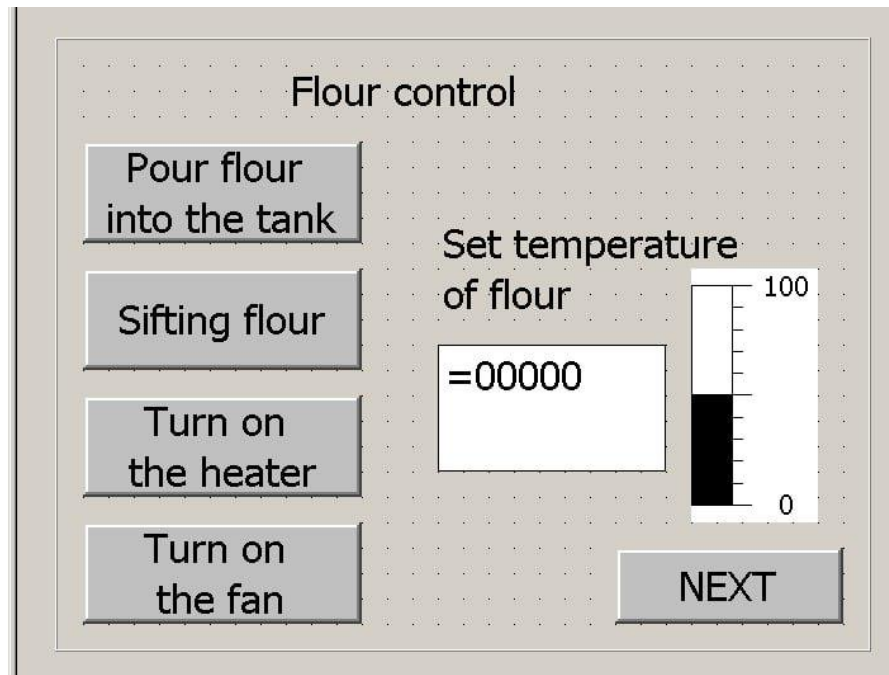


Рисунок 5.5 – Контроль і керування борошном

Коли оператор в ручному режимі виставив параметри, які йому потрібні – він потрапляє на сторінку з вибором пропорції води до борошна, та елементами керування, як показано на рисунку 5.6.

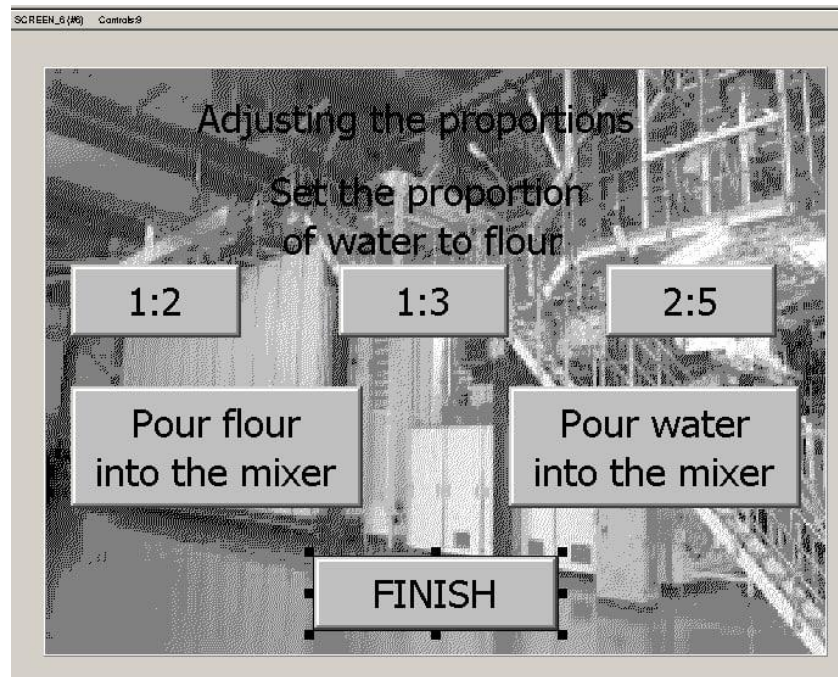


Рисунок 5.6 – Вибір пропорції та додавання муки та води в міксер

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-91 6.151.00.ПЗ

Лис

40

Далі тісто потрапляє в прес, де з нього витискається зайве повітря та робляться відповідні макаронні вироби певного розміру та форми, як показано на рисунку 5.7.

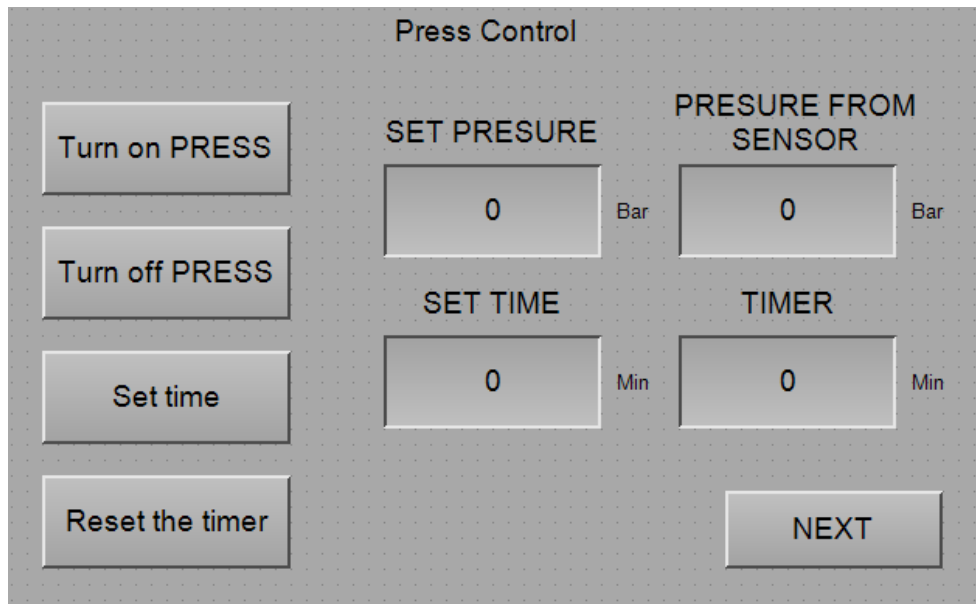


Рисунок 5.7 – Керування пресом

Після нарізки тісто потрапляє в сушку, де необхідно контролювати та підтримувати такі параметри як температура, вологість та час сушіння, даний інтерфейс показано на рисунку 5.8.

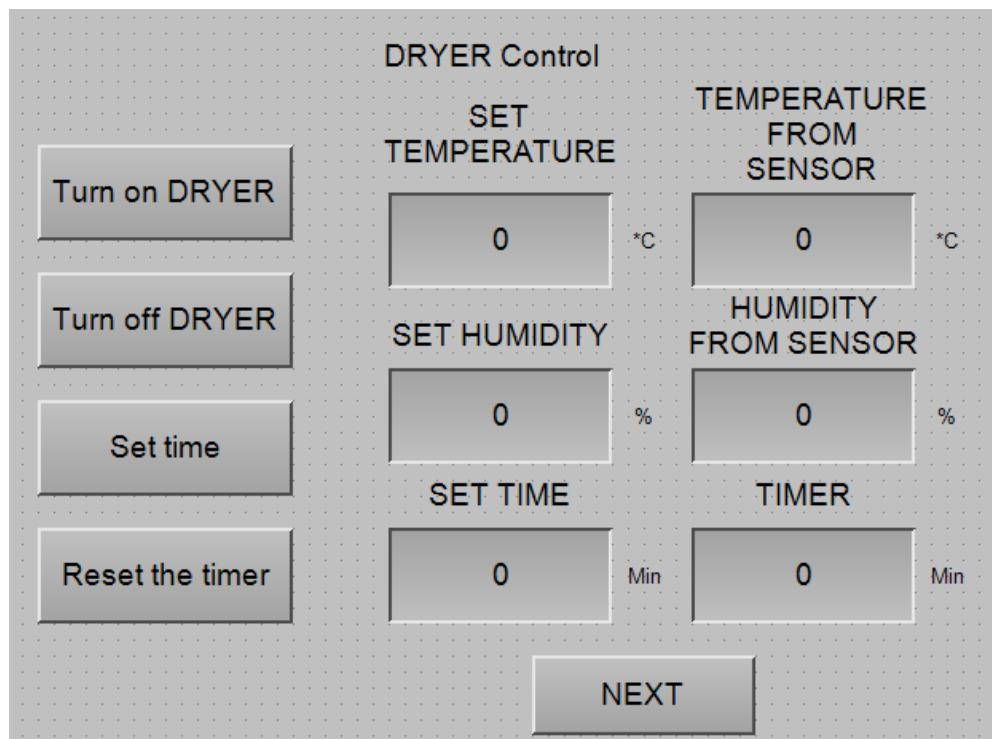


Рисунок 5.8 – Керування сушаркою

В автоматичному режимі програма має інтерфейс оператора, як показано на рисунку 5.9.

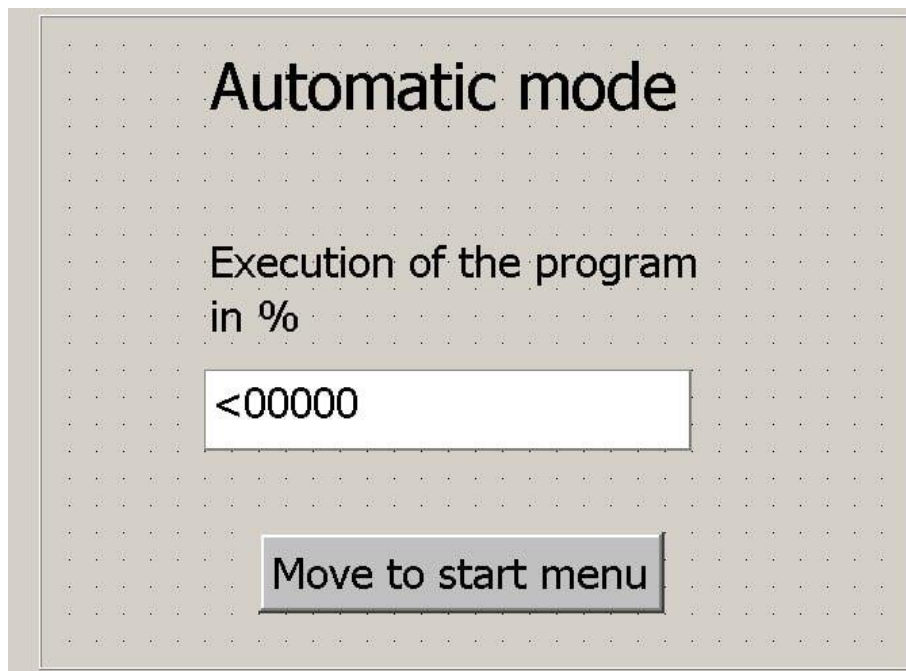


Рисунок 5.9 – Автоматичний режим керування

Як бачимо на рисунку зображено виконання програми у відсотках, це дає інформацію оператору, на якому саме етапі виробництва знаходяться макаронні вироби.

Також в автоматичному режимі є можливість слідкувати за параметрами системи та у випадку аварійної ситуації є можливість зупинити процес (рис. 5.10).

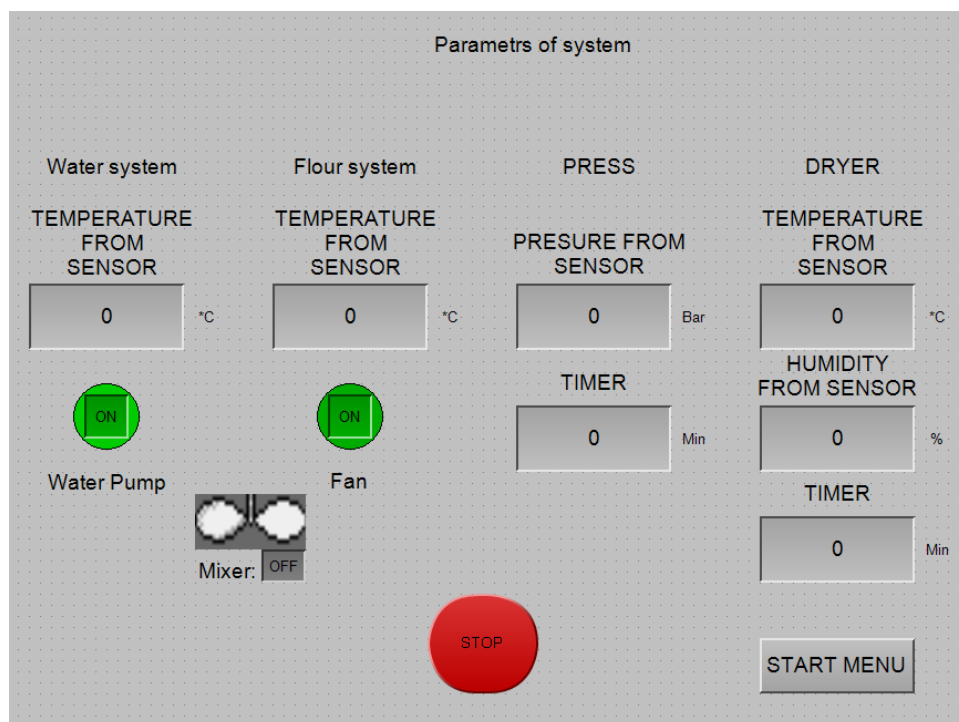


Рисунок 5.10 – Параметри системи в автоматичному режимі

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-91 6.151.00.ПЗ

Лист

42

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті було модернізовано автоматизовану лінію з виробництва макаронних виробів, а саме:

Було проаналізовано предметну область, розглянуто призначення системи, набір устаткування з якого повинна складатися установка, а також характеристика виробничої лінії.

Врезультаті аналізу предметної області було створено структурну схему виробництва, технологічну схему та функціональну схему автоматизації. Було сформовано ряд функціональних задач керування та відповідно створено контури керування: контур змішування інгредієнтів; контур приготування тіста; контур нарізки та просушки; контур охолодження, розфасовки та зберігання.

Після огляду контурів керування, здійснювався підбір новітніх технічних засобів автоматизації, а саме ПЛК, модулі до нього, частотні перетворювачі, різноманітні датчики та виконавчі механізми, що вирішує поставлені функціональні задачі керування.

Обравши технологічне устаткування та елементи автоматики, було прийнято рішення розробити електричну-принципову схему ЕЗ за допомогою САПР Eplan.

Щоб розробити інтерфейс для панелі оператора, було розгляну декілька програмних забезпечень, і обрано одну – TP Designer від компанії Siemens. Вона має багато переваг над усіма іншими, проста в засвоєнні, тому було прийнято рішення використовувати саме цю програму.

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

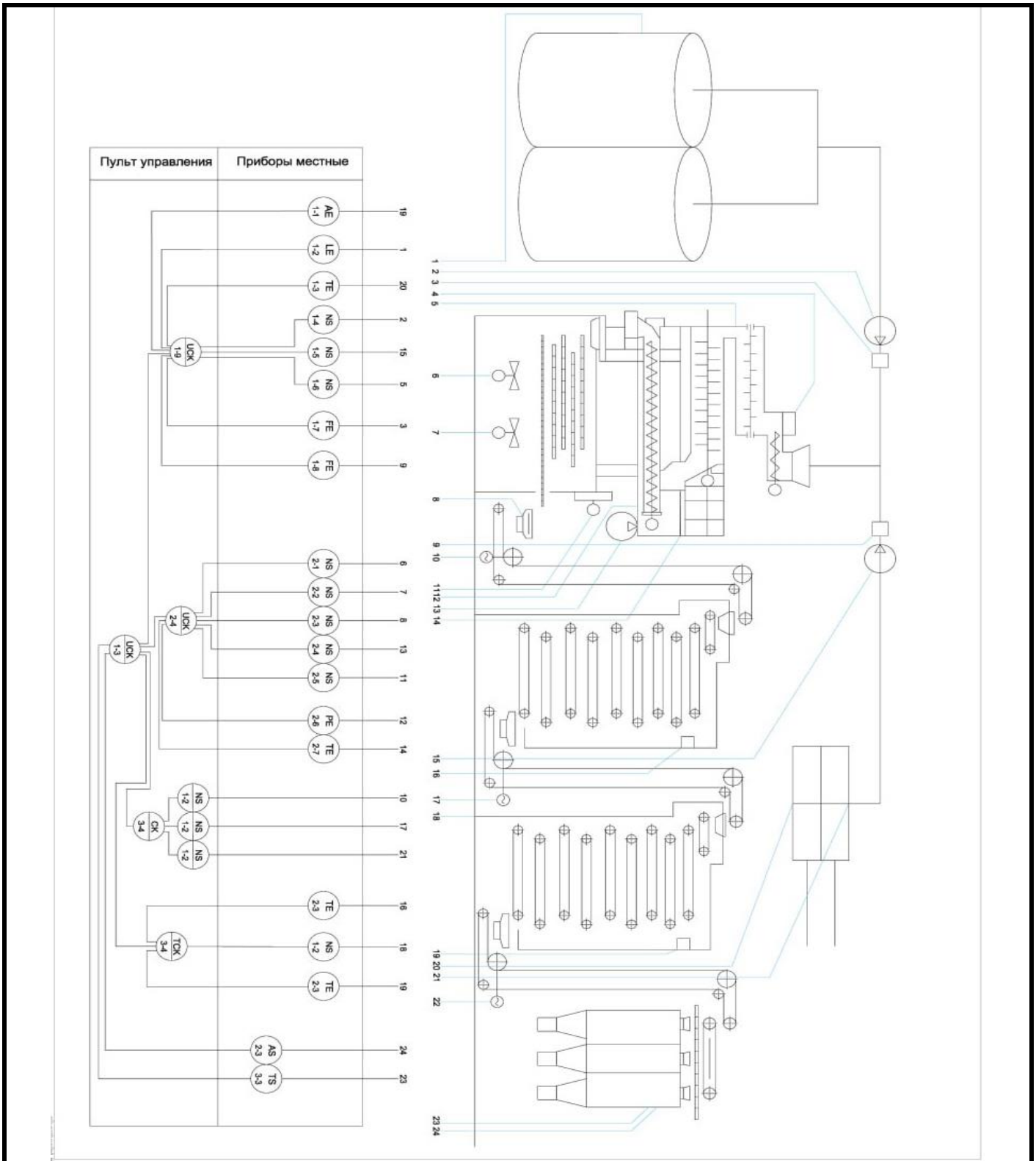
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ghaith, S., Majeed, A. A., & Al-Faham, H. (2020). Simulation of an Automated Macaroni Production Line using FlexSim. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 11(1), 51-57.
2. Riva, M., Colombo, L., Ballabio, R., & Torchio, F. (2020). A review on the automation of pasta production. *Journal of Food Process Engineering*, 43(1), e13349.
3. Sugumar, S., & Singh, S. P. (2021). Performance Analysis of Macaroni Production Line Using Lean Manufacturing Techniques. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 9(2), 6792-6796.
4. Tumbur, H., & Gök, M. (2020). Computer vision-based quality control in pasta production. *Computers and Electronics in Agriculture*, 173, 105390.
5. Wang, D., Luo, L., Wang, Y., & Tian, Z. (2021). Online Quality Control of Pasta Based on Vision Technology. *IEEE Access*
6. Гордон, Р. М., & Ковальчук, О. С. (2017). Автоматизация производства макаронных виробів. *Наукові праці Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки*, 3(235), 26-31.
7. Денисенко, О. В., & Галаган, І. В. (2019). Автоматизация производства макаронных виробів з використанням систем керування. *Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій. Серія: Технічні науки*, 33, 131-140.
8. Котлобульська, Н. В., Лашенко, А. Ю., & Лук'янова, Н. Ю. (2019). Особливості автоматизації технологічних процесів виробництва макаронних виробів. *Міжнародний науковий журнал "Інтернаука"*, 1(21), 97-101.
9. Луценко, С. В., & Голубев, І. І. (2019). Оптимізація технології виробництва макаронних виробів на підприємствах харчової промисловості. *Молодий вчений*, 1(63), 159-162.
10. Муха, В. А., & Шапошникова, О. В. (2021). Оцінка ефективності автоматизації виробництва макаронних виробів. *Збірник наукових праць Криворізького національного університету*, 62, 129-134.
11. Слободяник, О. В., & Шевчук, Ю. С. (2020). Вплив автоматизації виробництва на якість макаронних виробів. *Науковий вісник Миколаївського національного аграрного університету*, 3(2), 62-67.
12. Dubicki, P., & Dziubiński, M. (2018). Technologie informatyczne w automatyce produkcji makaronu. *Przemysł Chemiczny*, 97(9), 1785-1789.

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

13. Jaśkowska, M., Sobczak, P., & Skrzypek, K. (2020). Metody oceny jakości produkcji wyrobów makaronowych w aspekcie automatyzacji procesów. *Inżynieria Rolnicza*, 2(1), 33-42.
14. Kozak, D., & Kostecki, M. (2019). Badanie procesu suszenia wyrobów makaronowych na potrzeby automatycznego systemu sterowania. *Logistyka*, 5, 47-57.
15. Kuźmiński, P. (2021). Technologie automatyzacji procesów w produkcji makaronu. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*, 60(5), 420-421.

					СУ-91 6.151.00.ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45



СУ-91 6.151.00 А2

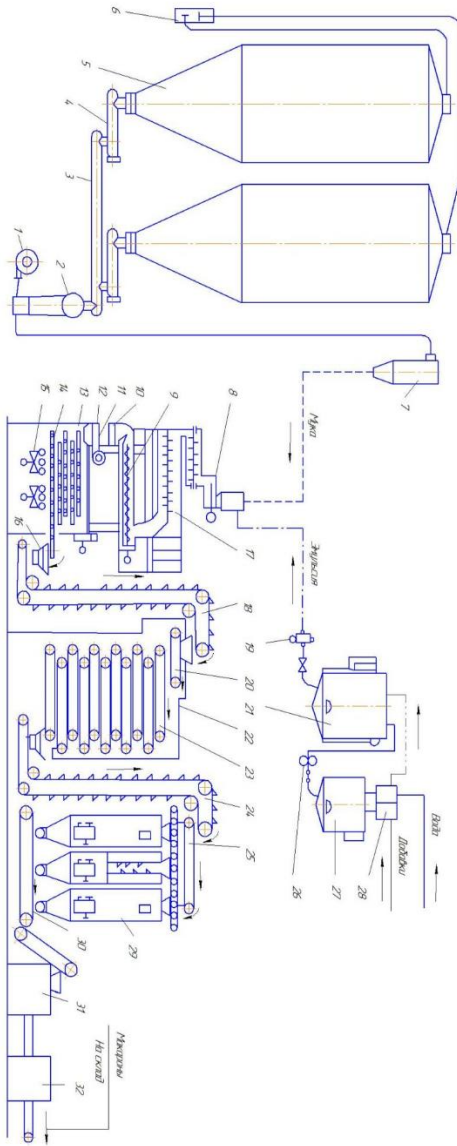
И	Ли	№ докум.	Подп.	Да
Розроб	Монахов			
Перев.	Толбатов			
Н.кон				
Утв.	Леонтьев			

Автоматизация процесса
выпуска макаронных изделий

Функциональная схема
автоматизации

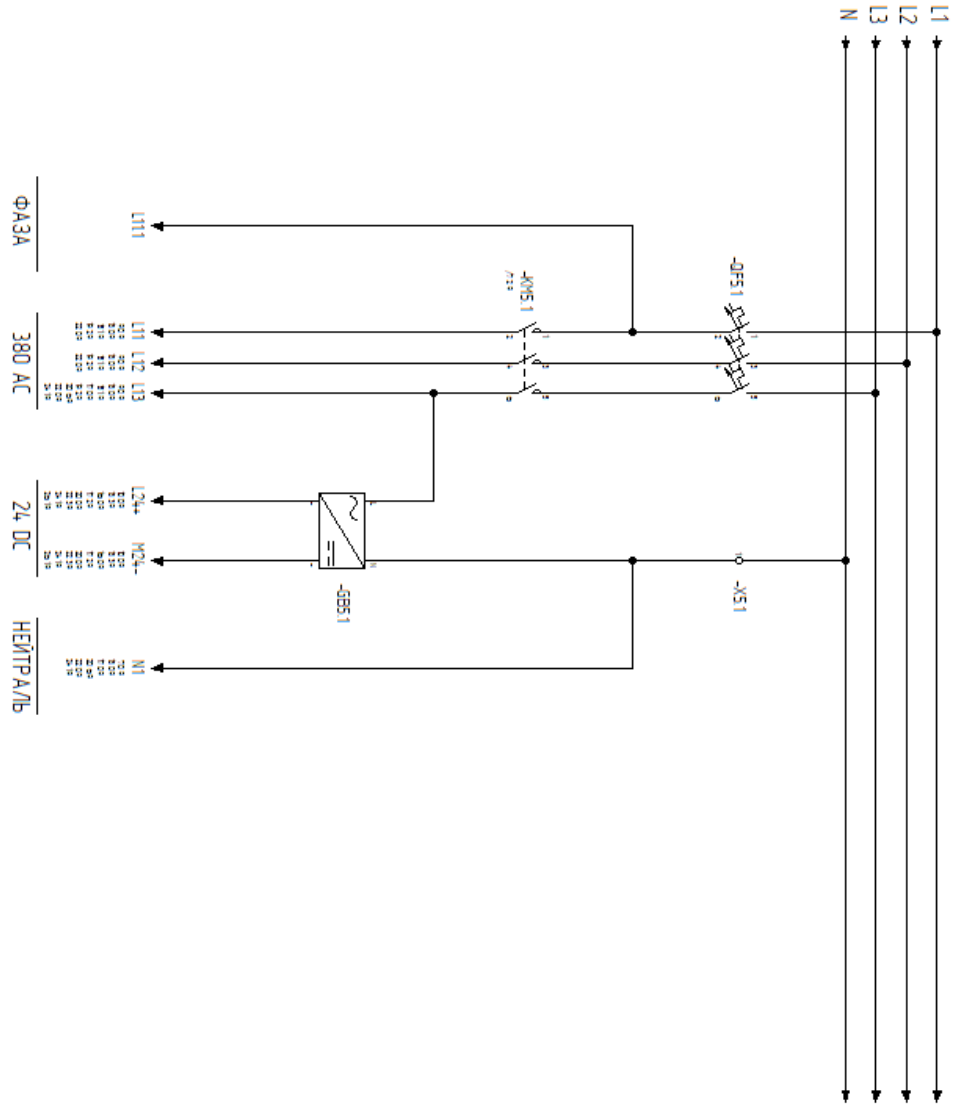
Лит.	Лист	Листо
	1	1

СумДУ СУ-91



Поз.	Наименование	Кол.	Примечание
1	Кавальдак	1	
2	Розкатка	1	
3	Виталдак	1	
4	Шнековая машина	1	
5	Сетка	1	
6	Мушкетный шпек	1	
7	Шпек	1	
8	Дробилка	1	
9	Резак	1	
10	Мушкет	1	
11	Угол	1	
12	Конвейерный стол	1	
13	Выводящее устройство	1	
14	Виталдак	1	
15	Виталдак	1	
16	Виталдак	1	
17	Виталдак	1	
18	Виталдак	1	
19	Виталдак	1	
20	Виталдак	1	
21	Виталдак	1	
22	Виталдак	1	
23	Виталдак	1	
24	Виталдак	1	
25	Виталдак	1	
26	Виталдак	1	
27	Виталдак	1	
28	Виталдак	1	
29	Виталдак	1	
30	Виталдак	1	
31	Виталдак	1	
32	Виталдак	1	

					СУ-91 6.151.00		
И	Ли	№ докум.	Подп.	Да	Автоматизация процесса производства макаронных изделий Технологическая схема		
Розроб	Монахов						
Перев.	Толбатов					1	1
Н.кон					СумДУ СУ-91		
Утв.	Леонтьев						



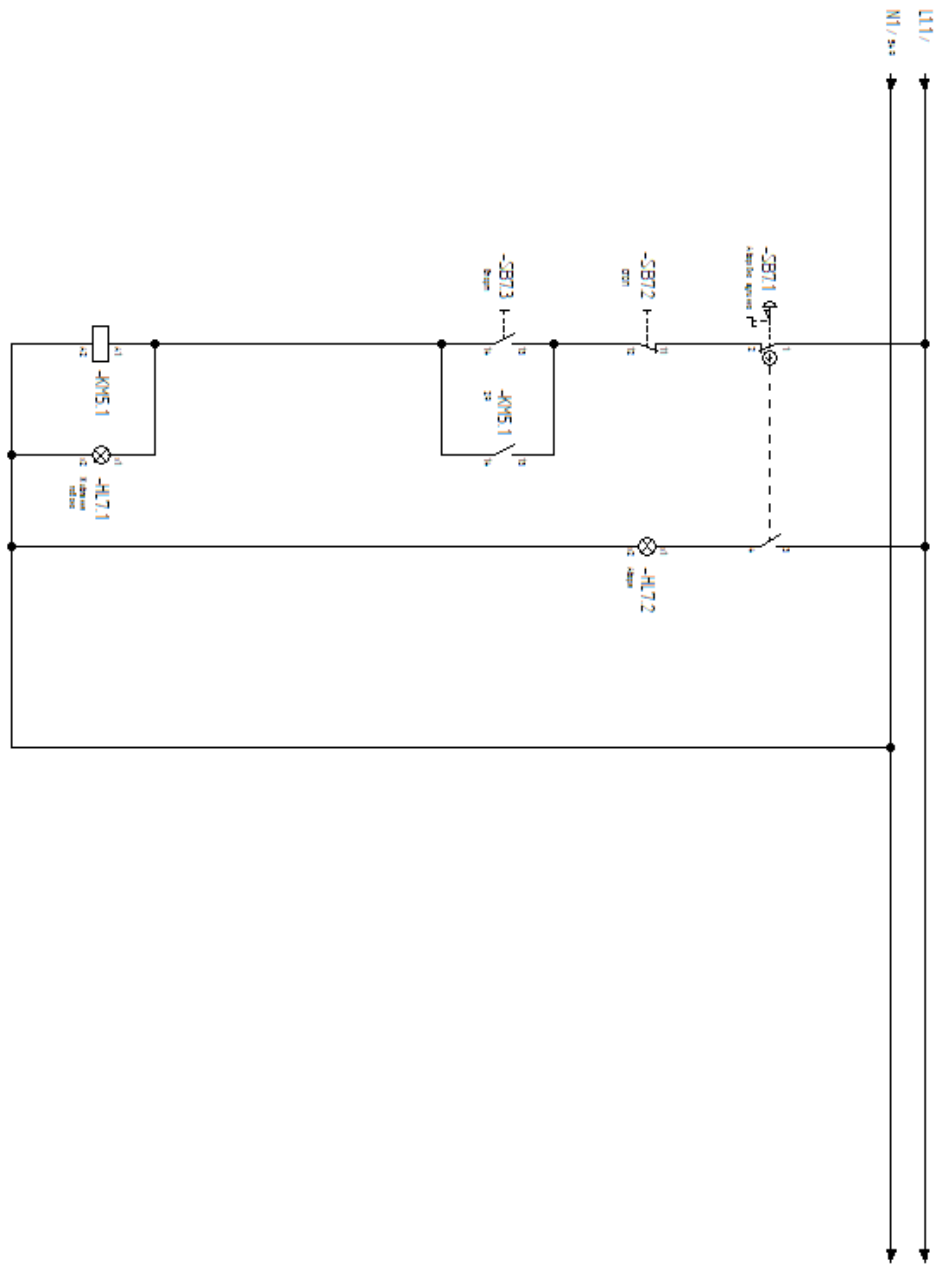
SU-91 6.151.00 E3

И	Ли	№ докум.	Подп.	Да
Розроб	Монахов			
Перев.	Толбатов			
Н.кон				
Утв.	Леонтьев			

Автоматизация процесса
 виробництва макаронних виробів
 Электрично-принципова схема

Лит.	Лист	Листо
	1	13

СумДУ СУ-91

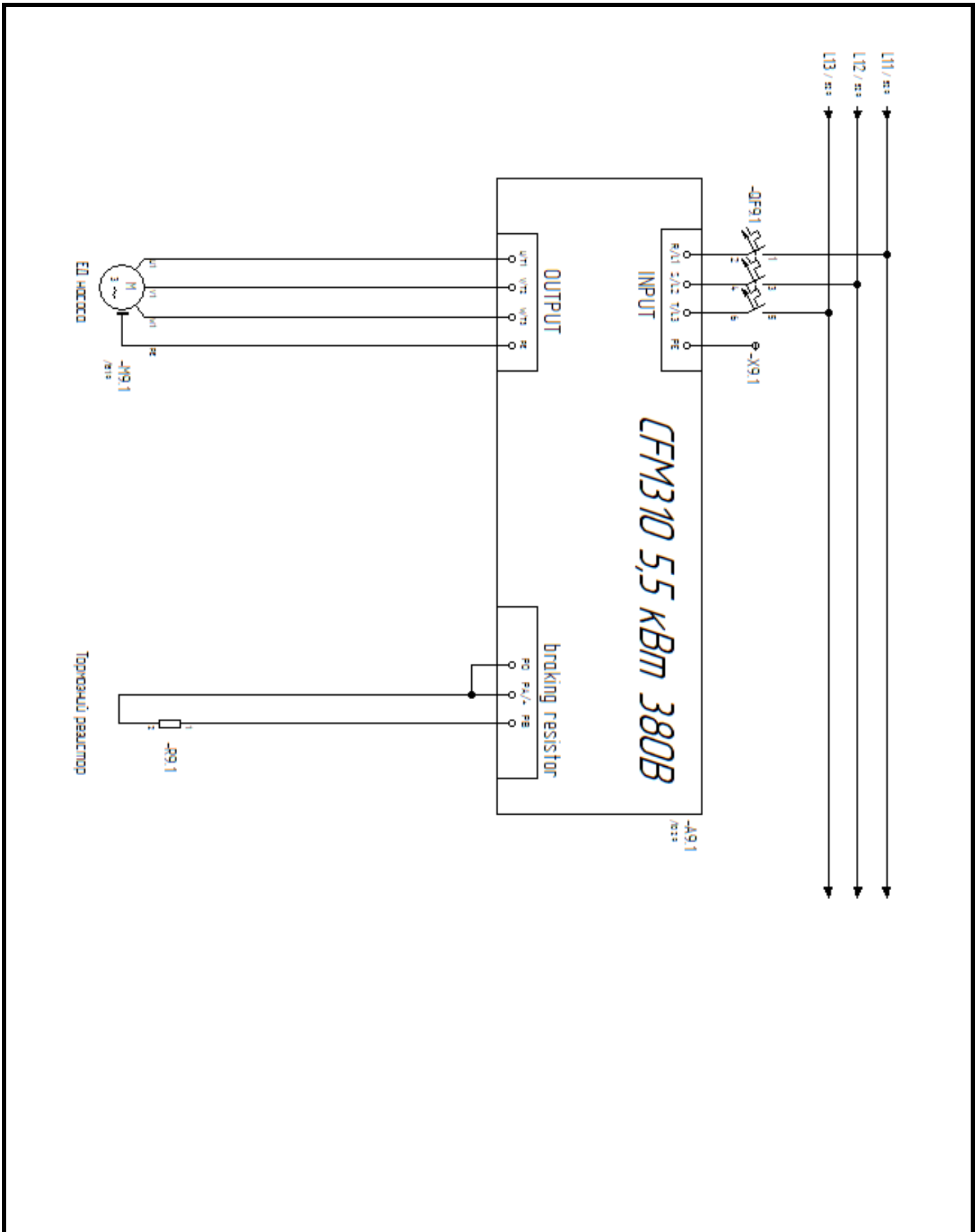


И	Ли	№ докум.	Подп.	Да
---	----	----------	-------	----

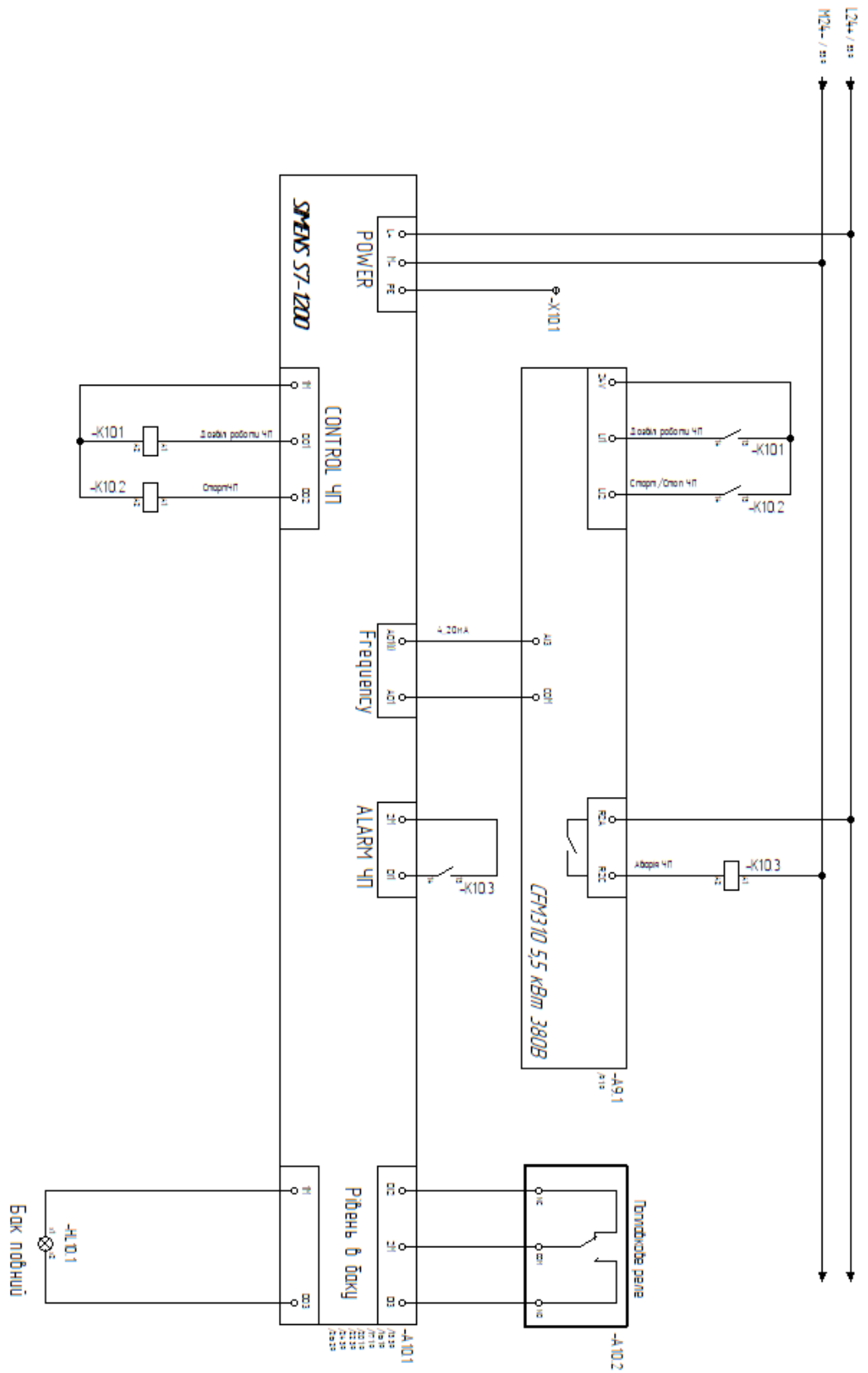
СУ-91 6.151.00 Е3

Лист

2

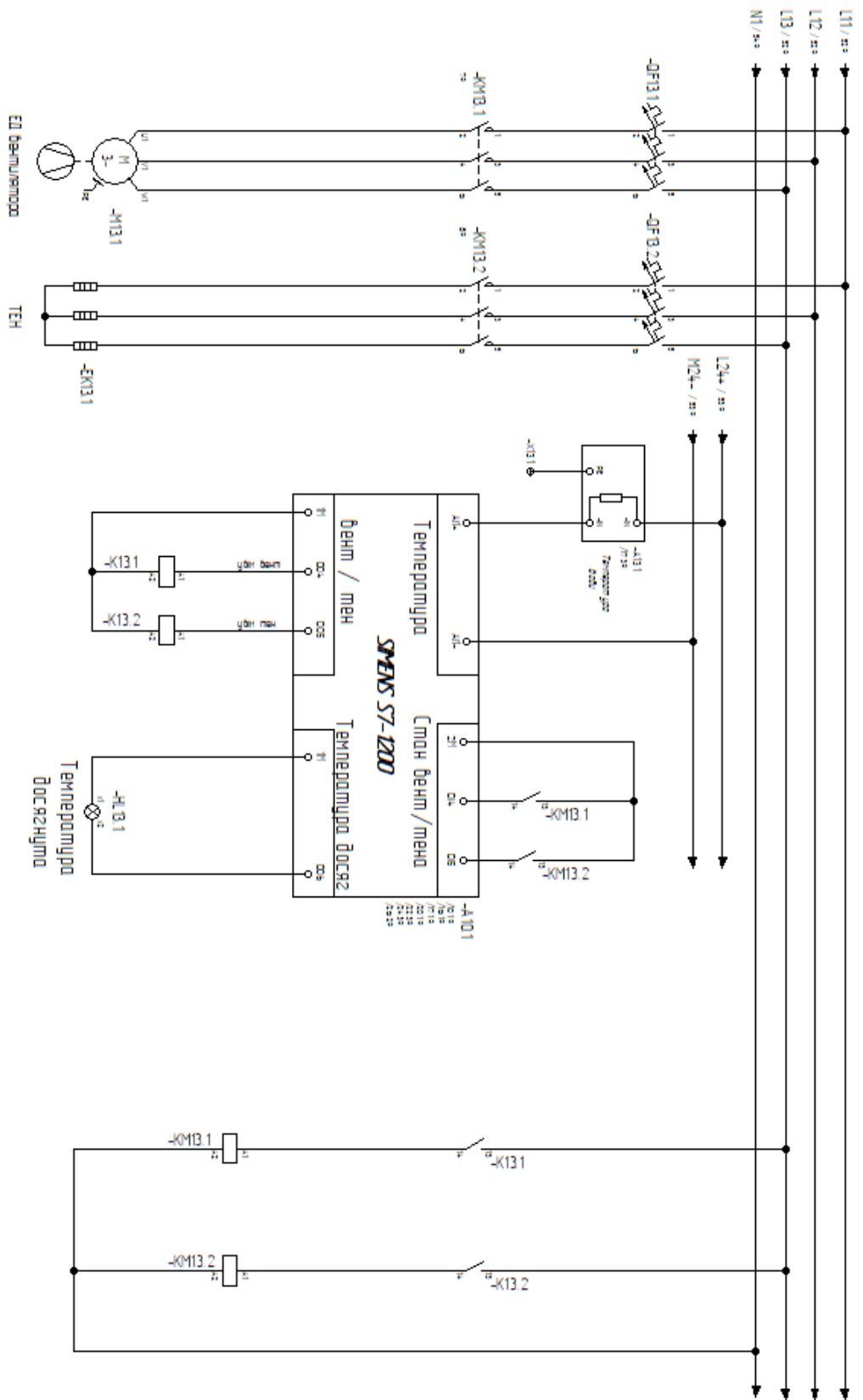


					CY-91 6.151.00 E3	Лист 3
И	Лу	№ докум.	Подп.	Да		



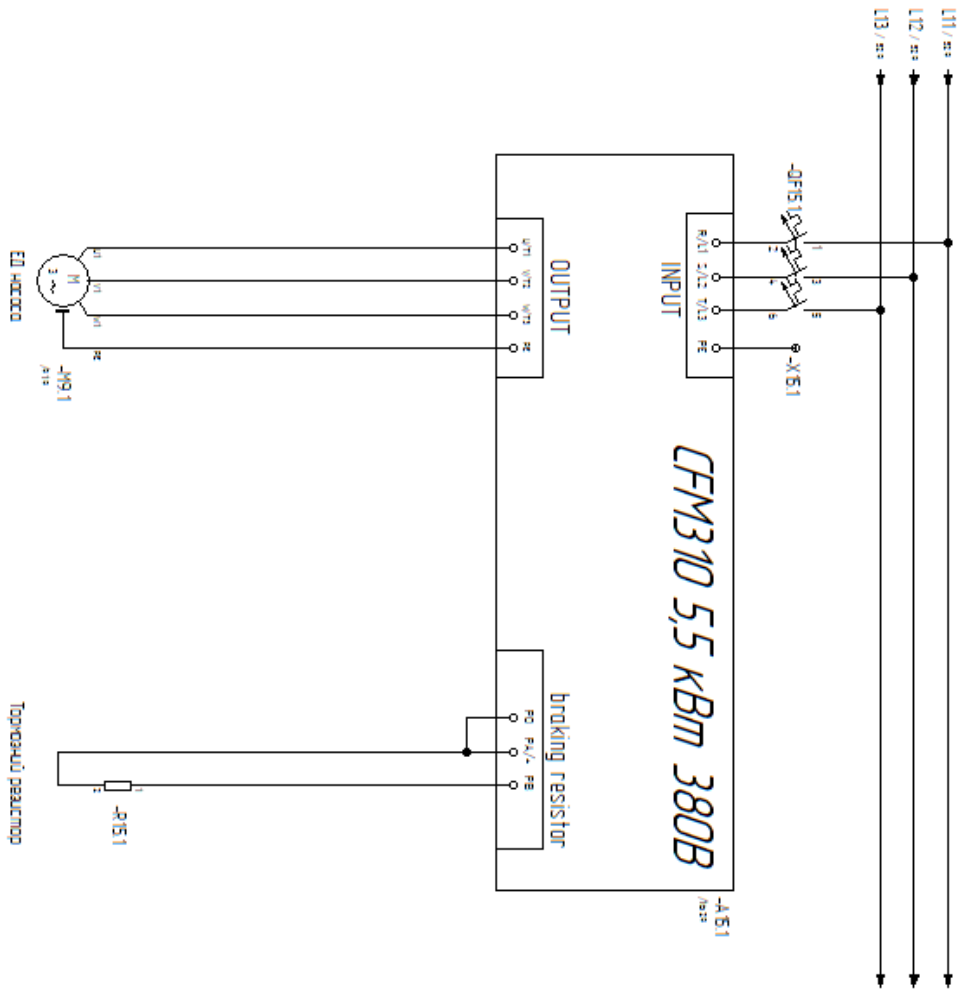
И	Лу	№ докум.	Подп.	Да
---	----	----------	-------	----

СУ-91 6.151.00 Е3



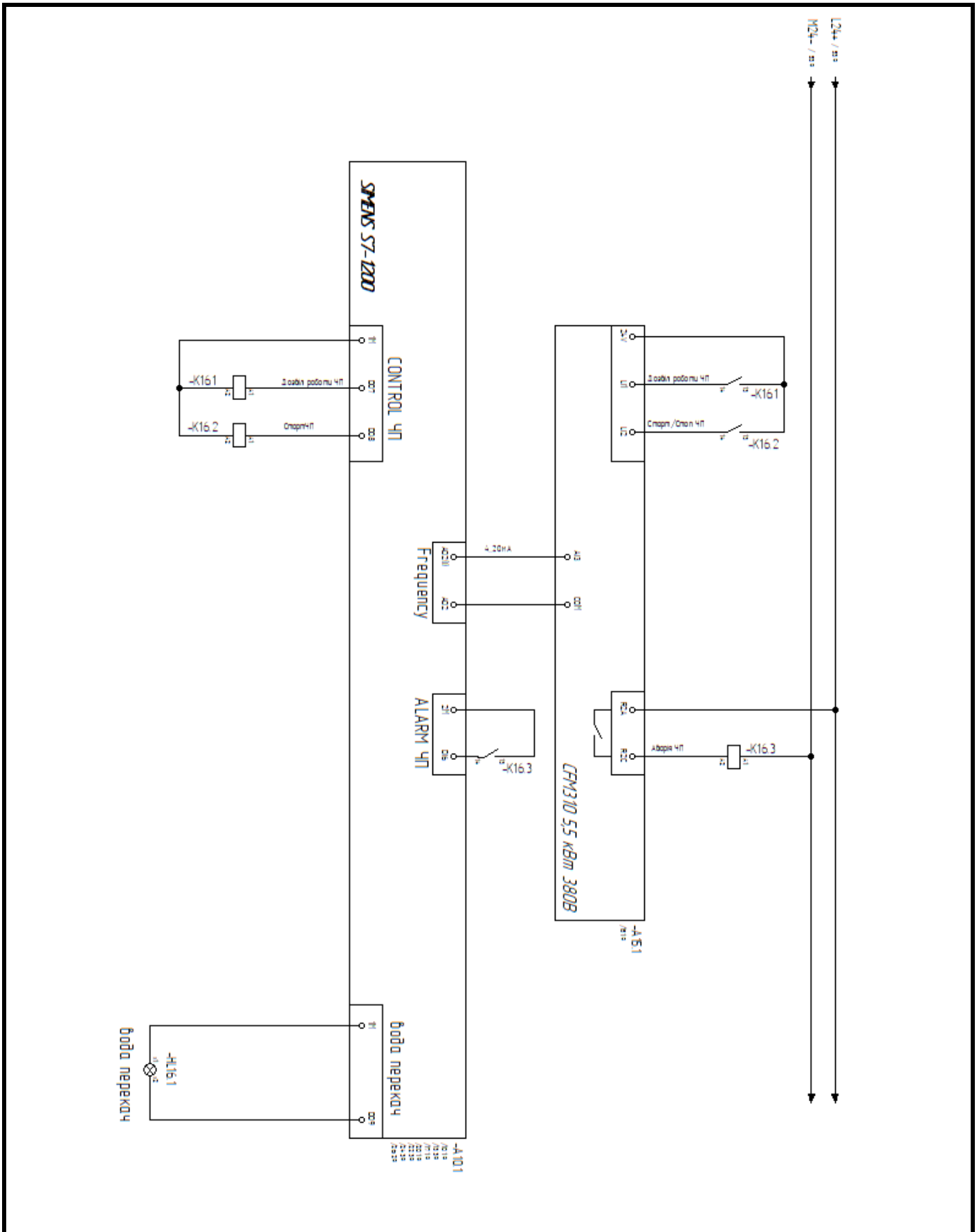
И	Ли	№ докум.	Подп.	Да
---	----	----------	-------	----

СУ-91 6.151.00 ЕЗ

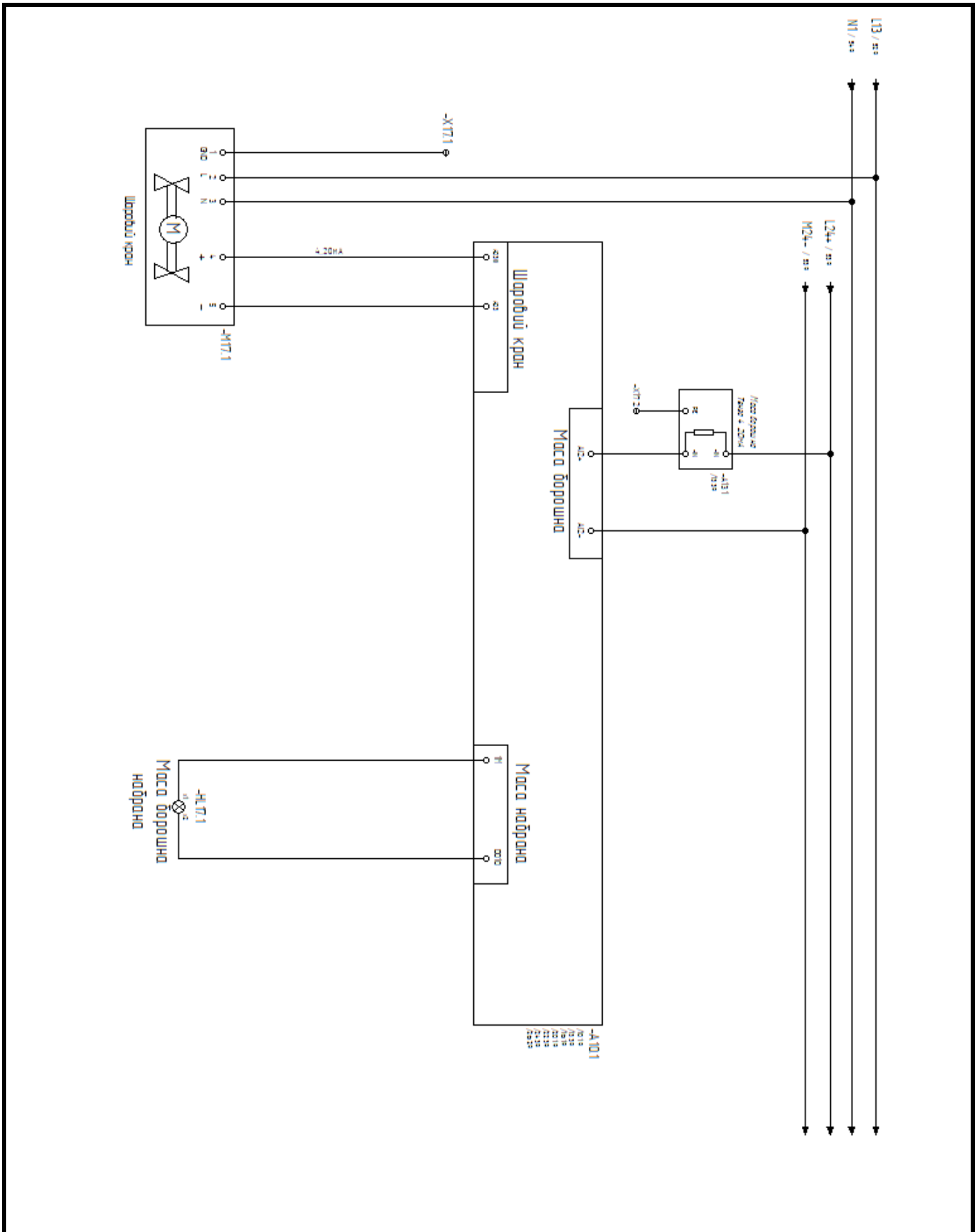


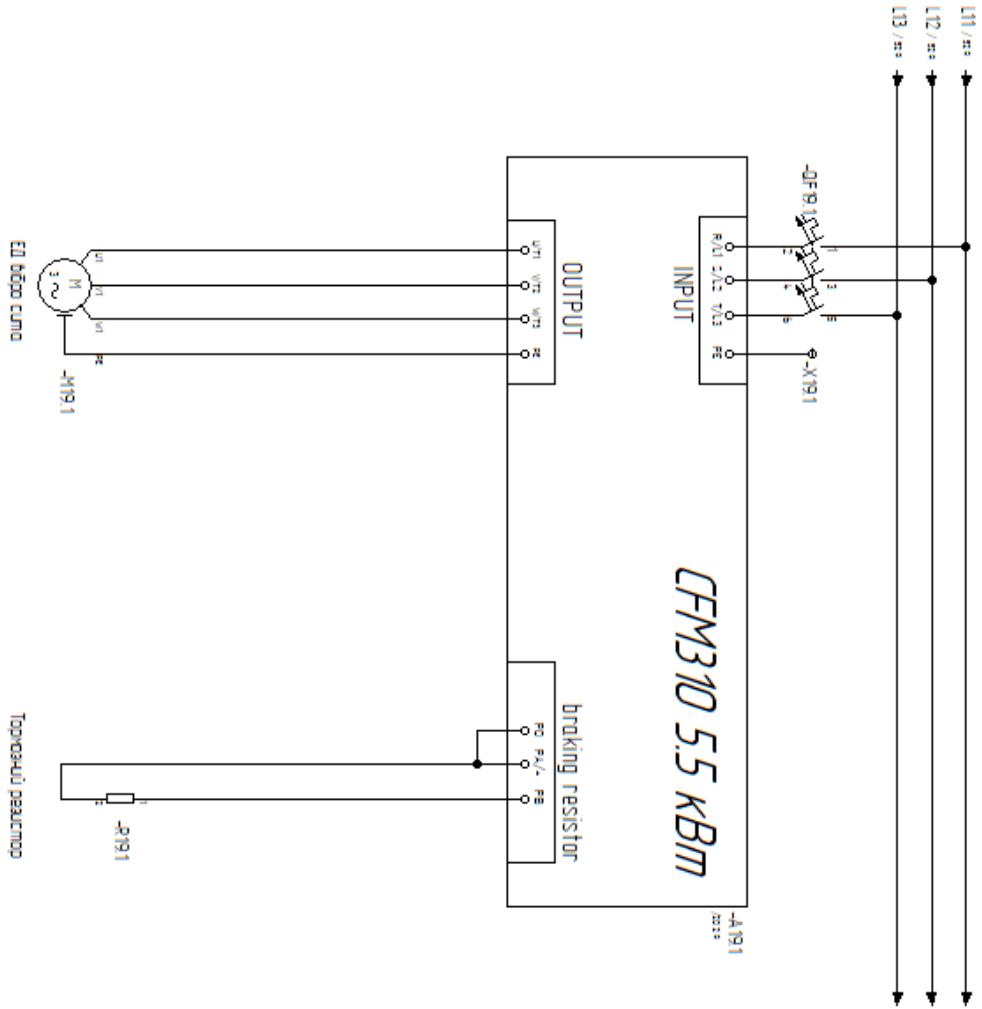
И	Ли	№ докум.	Подп.	Да

СУ-91 6.151.00 ЕЗ



					<i>CV-91 6.151.00 E3</i>	<i>Лист</i>
<i>И</i>	<i>Ли</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Да</i>		
					<i>7</i>	



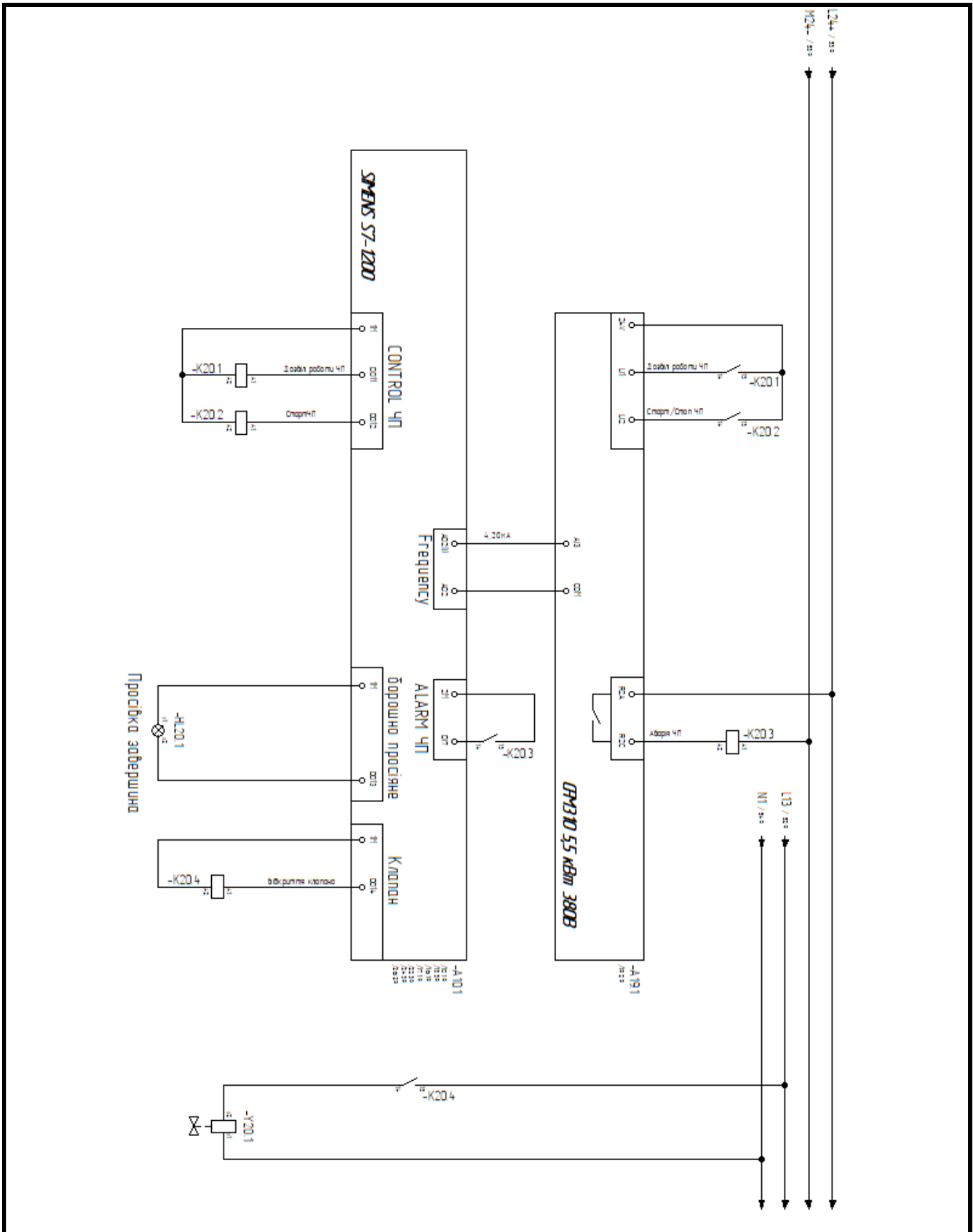


И	Ли	№ докум.	Подп.	Да
---	----	----------	-------	----

СУ-91 6.151.00 ЕЗ

Лист

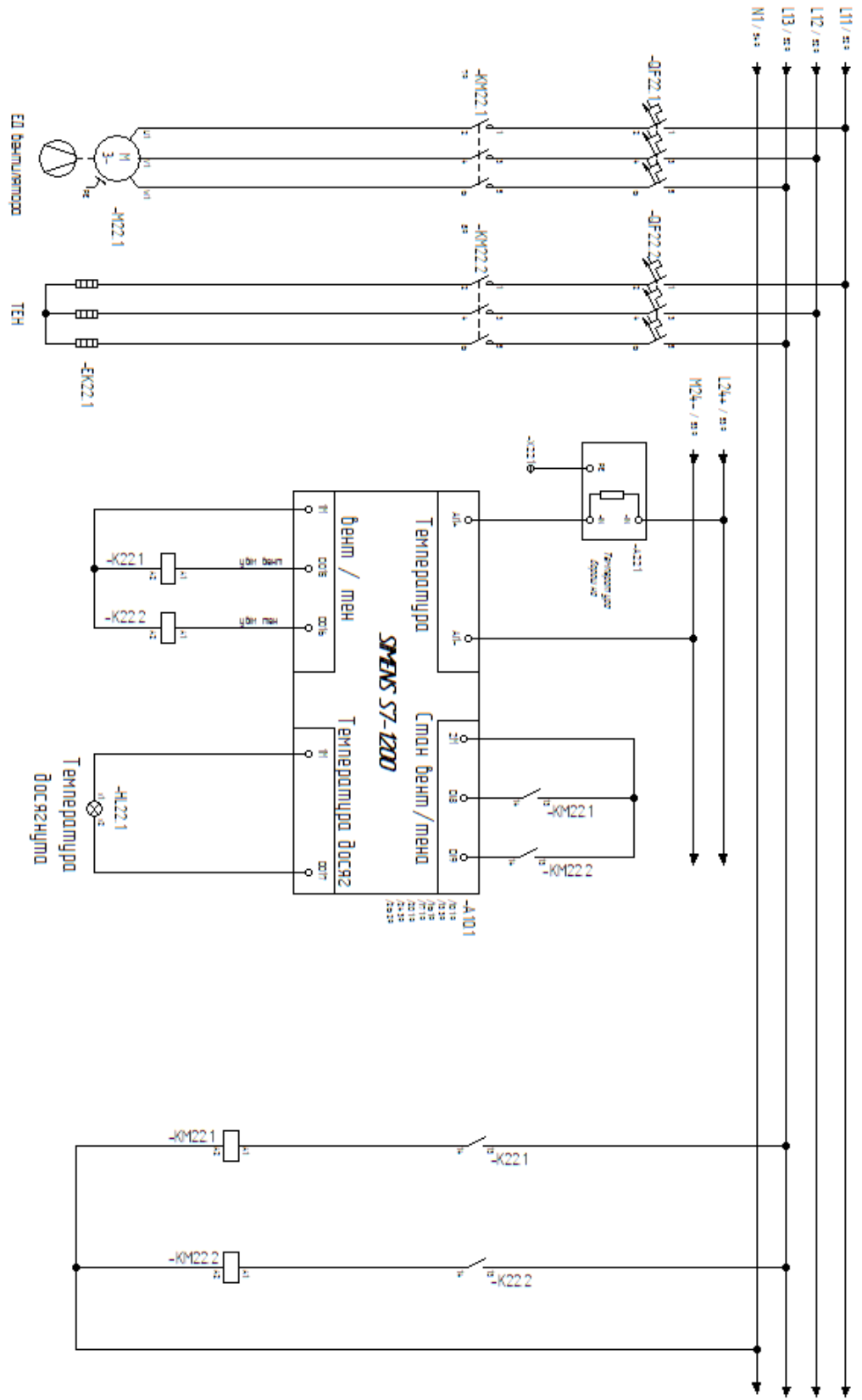
9



И	Ли	№ докум.	Подп.	Да
---	----	----------	-------	----

СУ-91 6.151.00 ЕЗ

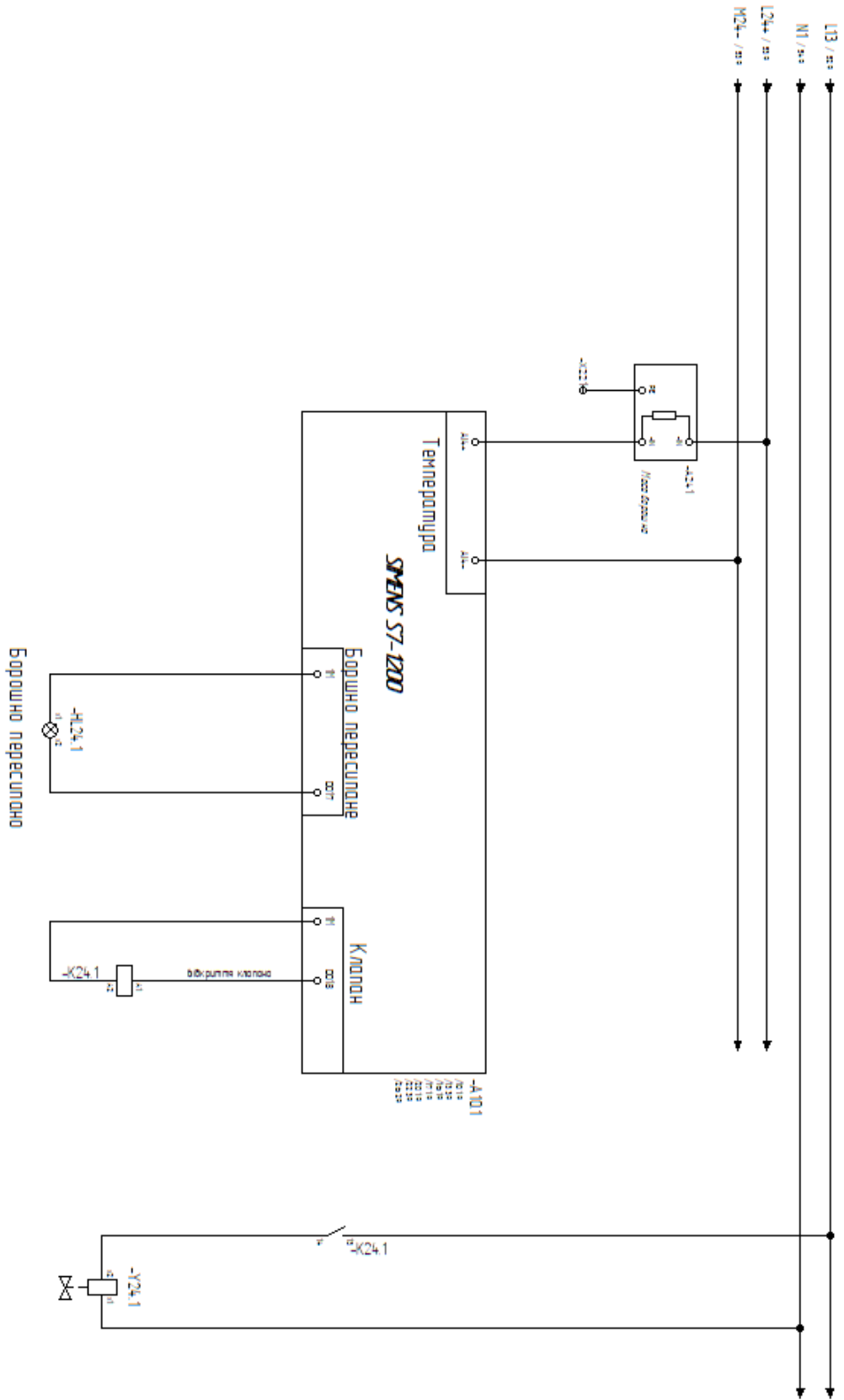
Лист
10



И	Ли	№ докум.	Подп.	Да
---	----	----------	-------	----

СУ-91 6.151.00 Е3

Лист
11



И	Ли	№ докум.	Подп.	Да
---	----	----------	-------	----

СУ-91 6.151.00 Е3

Лист
12

